باب 1

کیمسٹری کے بنیادی اصول

(Fundamentals of Chemistry)

وقت کی تقسیم

تدریسی پیریڈز : 12

تشخیصی پیریڈز : 3

سلیبس میں حصہ: 12%

بنیادی تصورات

1.1 کیمسٹری کی شاخیں

1.2 بنیادی تعریفیں

1.3 کیمیکل انواع

1.4 ایووگیڈرو نمبر اور مول

1.5 کیمیکل کیلکولیشنز

طلبہ کے سیکھنے کا ماحصل

طلبہ اس باب کو پڑھنے کے بعد اس قابل ہوں گے کہ:

- کیمسٹری کی مختلف شاخوں کی پہچان اور مثالیں بیان کر سکیں۔
- کیمسٹری کی مختلف شاخوں میں فرق بیان کر سکیں۔
- مادے اور اشیا میں فرق کر سکیں۔
- آئنز، مالیکیولر آئنز، فارمولا یونٹس اور آزاد ریڈیکلز کی تعریف کر سکیں۔
- اٹامک نمبر، اٹامک ماس اور اٹامک ماس یونٹ کی تعریف کر سکیں۔
- ایلیمنٹس، کمپاؤنڈز اور مکسچرز میں فرق کر سکیں۔
- کاربن۔12 کی بنیاد پر ریلیٹو (relative) اٹامک ماس کی تعریف کر سکیں۔
- امپیریکل فارمولا اور مالیکیولر فارمولا میں فرق کر سکیں۔
- ایٹمز اور آئنز میں فرق کر سکیں۔
- مالیکیولز اور مالیکیولر آئنز میں فرق کر سکیں۔
- آئنز اور آزاد ریڈیکل میں فرق کر سکیں۔
- دی گئی اشیا میں موجود کیمیکل کے انواع و اقسام کی درجہ بندی کر سکیں۔

- ایلیمنٹ اور کمپاؤنڈ کے نمائندہ پارٹیکلز کی شناخت کر سکیں۔
- گرام اٹامک ماس، گرام مالیکیولر ماس، گرام فارمولا ماس اور مول میں تعلق جان سکیں۔
- بیان کر سکیں کہ ایووگیڈروز نمبر کسی مادے کے ایک مول سے کس طرح وابستہ ہے۔
- گرام اٹامک ماس، گرام مالیکیولر ماس اور گرام فارمولا ماس کی اصطلاحات میں فرق کر سکیں۔
- اٹامک ماس، مالیکیولر ماس اور فارمولا ماس کو گرام اٹامک ماس، گرام مالیکیولر ماس اور گرام فارمولا ماس میں تبدیل کر سکیں۔

تعارف

وہ علم جو اس دنیا کو سمجھنے کا فہم عطا کرتا ہے سائنس کہلاتا ہے جبکہ کیمسٹری (chemistry) سائنس کی وہ شاخ ہے جو مادے کی ترکیب، ساخت، خواص اور مادوں کے ری ایکشنز سے متعلق ہے۔ کیمسٹری ہماری زندگی کے قریباً ہر پہلو کا احاطہ کرتی ہے۔

سائنس اور ٹیکنالوجی کی ترقی نے ہمیں روزمرہ زندگی میں بے شمار سہولیات فراہم کی ہیں۔ ذرا تصور کریں کہ پیٹروکیمیکل مصنوعات اور ادویات، صابن اور ڈیٹرجنٹ، کاغذ اور پلاسٹک، پینٹ و رنگین مادے اور مختلف اقسام کی کیڑے مار ادویات کا ہماری زندگی میں کتنا اہم مقام ہے۔ یہ تمام سہولیات کیمیادانوں (chemists) کی کاوشوں کا ثمر ہیں۔ بے شک اس سائنسی ترقی کے نقصانات بھی ہیں جیسے کیمیکل انڈسٹری کی ترقی نے زہریلے مادے پیدا کرنے کے علاوہ ہوا اور پانی کو بھی آلودہ کیا ہے۔ جبکہ دوسری جانب کیمسٹری ہماری صحت اور ماحول کو بہتر بنانے، قدرتی وسائل کو تلاش کرنے اور انھیں محفوظ کرنے کا علم اور طریقے بھی فراہم کرتی ہے۔

اس باب میں ہم کیمسٹری کی مختلف شاخوں اور اس کے بنیادی تصورات اور تعریفات کا مطالعہ کریں گے۔

1.1 کیمسٹری کی شاخیں (BRANCHES OF CHEMISTRY)

یہ ایک حقیقت ہے کہ ہم کیمیکلز (chemicals) کی دنیا میں رہتے ہیں۔ ہم سب بعض ایسے زندہ اجسام پر انحصار کرتے ہیں جنھیں اپنی بقا کے لیے پانی، آکسیجن یا کاربن ڈائی آکسائڈ کی ضرورت ہوتی ہے۔ آج کیمسٹری زندگی کے ہر پہلو میں وسیع عمل دخل رکھتی ہے اور دن رات بنی نوع انسان کی خدمت کر رہی ہے۔ کیمسٹری کو مندرجہ ذیل اہم شاخوں میں تقسیم کیا گیا ہے:

فزیکل کیمسٹری، آرگینک کیمسٹری، ان آرگینک کیمسٹری، بائیوکیمسٹری، انڈسٹریل کیمسٹری، نیوکلیئر کیمسٹری انوائرنمنٹل کیمسٹری اور اینالیٹیکل کیمسٹری۔

1.1.1 فزیکل کیمسٹری (Physical Chemistry)

کیمسٹری کی وہ شاخ جو مادے کی ترکیب اور اس کے طبیعی خواص کے مابین تعلق اور ان دونوں میں ہونے والی تبدیلیوں کا مطالعہ کرتی ہے فزیکل کیمسٹری کہلاتی ہے۔ کیمسٹری کی اس شاخ میں ایٹمز کی ساخت، مالیکیولز کی تشکیل کے علاوہ گیس، مائع اور ٹھوس اشیا کے طرز عمل، ان پر ٹمپریچر کی تبدیلی اور ریڈی ایشن (radiation) کے اثرات کا مطالعہ بھی کیا جاتا ہے۔

1.1.2 آرگینک کیمسٹری (Organic Chemistry)

آرگینک کیمسٹری کاربن اور ہائیڈروجن کے کوویلنٹ کمپاؤنڈز ہائیڈروکاربنز (hydrocarbons) اور ان سے ماخوذ کمپاؤنڈز کے مطالعے کا نام ہے۔ آرگینک کمپاؤنڈز قدرتی طور پر پائے جانے کے علاوہ لیبارٹری میں بھی تیار کیے جاتے ہیں۔ آرگینک کیمسٹ (organic chemist) قدرتی اور لیبارٹری میں تیار کردہ آرگینک کمپاؤنڈز کی ساخت اور ان کے خواص متعین کرتے ہیں۔ کیمسٹری کی یہ شاخ پٹرولیم اور ادویات کی صنعتوں کا بھی احاطہ کرتی ہے۔

1.1.3 ان آرگینک کیمسٹری (Inorganic Chemistry)

ان آرگینک کیمسٹری کائنات میں موجود تمام ایلیمنٹس اور کمپاؤنڈز کے مطالعے پر مشتمل ہے۔ سوائے ان کمپاؤنڈز کے جو کاربن اور ہائیڈروجن پر مشتمل ہوں یعنی آرگینک کمپاؤنڈز۔ کیمسٹری کی یہ شاخ کیمیکل انڈسٹری کے ہر شعبے مثلاً شیشہ سازی، سیمنٹ، سرامکس اور دھات سازی (metallurgy) وغیرہ میں استعمال ہو رہی ہے۔

1.1.4 بائیو کیمسٹری (Biochemistry)

کیمسٹری کی وہ شاخ جس میں ہم جاندار اجسام کے اندر پائے جانے والے کیمیائی مادوں کی ساخت، ترکیب اور ان کے کیمیائی عمل کا مطالعہ کرتے ہیں بائیو کیمسٹری کہلاتی ہے۔ اس شاخ کے تحت جانداروں کے اندر انجام پانے والے تمام ری ایکشنز کا بھی احاطہ کیا جاتا ہے، مثلاً جانداروں کے جسم میں موجود بائیو مالیکیول، جیسے کاربوہائیڈریٹس، پروٹینز اور چکنائیوں کے سنتھیسز (synthesis) اور ان اشیا میں ہونے والا میٹابولزم (metabolism) کا عمل ہے۔ بائیو کیمسٹری ایک الگ مضمون کے طور پر اس وقت وجود میں آئی جب سائنسدانوں نے اس چیز کا مطالعہ شروع کیا کہ جانداروں کے اجسام خوراک سے توانائی کیسے حاصل کرتے ہیں اور بیماری کے دوران ان میں بنیادی حیاتیاتی تبدیلیاں کس طرح رونما ہوتی ہیں۔ بائیو کیمسٹری کے اطلاق کی مثالیں، طب، خوراک اور زراعت کے میدانوں میں عام ملتی ہیں۔

1.1.5 انڈسٹریل کیمسٹری (Industrial Chemistry)

کیمسٹری کی وہ شاخ جس میں تجارتی پیمانے پر کمپاؤنڈز بنانے کے طریقوں کا مطالعہ کیا جاتا ہے انڈسٹریل کیمسٹری کہلاتی ہے۔ اس کے تحت بعض بنیادی کیمیکلز مثلاً آکسیجن، کلورین، امونیا، کاسٹک سوڈا، شورے یا گندھک کے تیزاب کی صنعتی پیمانے پر پیداوار اور ان کیمیکلز کی دوسری کئی صنعتوں، مثلاً کھاد، صابن، ٹیکسٹائل، زرعی پیداوار، رنگ وروغن اور کاغذ وغیرہ کے لیے بطور خام مال فراہمی وغیرہ شامل ہے۔

1.1.6 نیوکلیئر کیمسٹری (Nuclear Chemistry)

کیمسٹری کی وہ شاخ جو ریڈیو ایکٹیویٹی، نیوکلیئر ری ایکشنز اور نیوکلیئر خواص کے مطالعے سے تعلق رکھتی ہو نیوکلیئر کیمسٹری کہلاتی ہے۔ یہ شاخ بنیادی طور پر ایٹم کی توانائی (انرجی) اور اس کے روزمرہ زندگی میں مفید استعمال سے تعلق رکھتی ہے۔ کیمسٹری کی اس شاخ میں جانوروں، پودوں اور دوسرے مادوں میں ریڈی ایشنز کے جذب ہونے سے پیدا ہونے والی کیمیائی تبدیلیوں کا مطالعہ بھی کیا جاتا ہے۔ کیمسٹری کی یہ شاخ طبی علاج، جیسے ریڈیو تھراپی (radiotherapy)، غذا کو محفوظ کرنے اور نیوکلیئر ری ایکشنز کے ذریعے الیکٹریسٹی پیدا کرنے کی صنعت میں وسیع استعمال ہوتی ہے۔

1.1.7 انوائرنمنٹل کیمسٹری (Environmental Chemistry)

کیمسٹری کی اس شاخ میں ہم ماحول کے اجزا اور ماحول پر انسانی سرگرمیوں کے اثرات کا مطالعہ کرتے ہیں۔ انوائرنمنٹل کیمسٹری کا دوسرے سائنسی علوم مثلاً بائیولوجی، ارضیات، ماحولیات، مٹی اور پانی کی کیمسٹری، ریاضی اور انجینئرنگ سے بھی تعلق ہے۔ ہمارے گردونواح کے ماحول میں جاری کیمیکل ری ایکشنز کا علم اور اسے بہتر بنانے اور آلودگی سے اس کی حفاظت کرنے کے لیے اس کا مطالعہ بے حد ضروری ہے۔

1.1.8 اینالیٹیکل کیمسٹری (Analytical Chemistry)

کیمسٹری کی وہ شاخ جس میں دیے گئے کیمیائی نمونے کے اجزا کی علیحدگی، ان کا تجزیہ اور پہچان و شناخت کی جاتی ہے اینالیٹیکل کیمسٹری کہلاتی ہے۔ کیمیائی اجزا کی علیحدگی نمونے کی کیفیتی لحاظ سے (qualitative) اور مقداری لحاظ سے (quantitative) تجزیہ کرنے سے پہلے کی جاتی ہے۔ کیفیتی لحاظ سے تجزیہ دیے گئے نمونے کے اجزائے ترکیبی اور کیمیائی انواع کی پہچان کرنے میں مدد دیتا ہے۔ دوسری جانب مقداری لحاظ سے تجزیہ نمونے میں موجود ہر جزو کی مقدار متعین کرنے کے کام آتا ہے۔ چنانچہ کیمسٹری کی اس شاخ میں تجزیے کے عمل میں کام آنے والی مختلف تکنیکوں اور آلات کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ یہ شاخ غذائی، آبی، ماحولیاتی اور ہر طرح کے کلینیکل تجزیات کا احاطہ کرتی ہے۔

خود تشخیصی سرگرمی 1.1

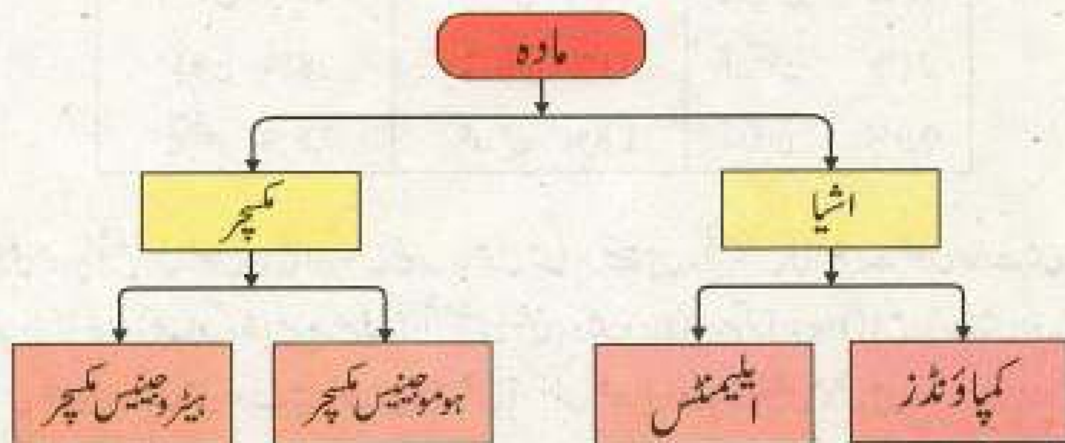
i. کیمسٹری کی کس شاخ میں گیسز اور [illegible] کے طرزِ عمل کا مطالعہ کیا جاتا ہے؟
ii. بائیو کیمسٹری کی تعریف کریں۔
iii. کیمسٹری کی کون سی شاخ پینٹس اور کاغذ کی تیاری سے متعلق ہے؟
iv. کاربوہائیڈریٹس اور پروٹینز کے میٹابولک ری ایکشنز کا مطالعہ کرنے کے لیے کیمسٹری کی کون سی شاخ کا مطالعہ کیا جاتا ہے؟
v. کیمسٹری کی کون سی شاخ ایٹمز کی انرجی اور روزمرہ زندگی میں اس کے استعمال پر بحث کرتی ہے؟
vi. کیمسٹری کی کون سی شاخ کا تعلق قدرتی طور پر پائے جانے والے مالیکیولز کی ساخت اور ان کے خواص سے متعلق ہے؟

1.2 بنیادی تعریفیں (BASIC DEFINATIONS)

مادہ (matter) ہر اس چیز کو کہتے ہیں جو ماس رکھتی ہے اور جگہ گھیرتی ہے۔ ہمارے جسم اور ہمارے اردگرد پھیلی ہوئی تمام چیزیں مادے کی مثالیں ہیں۔ کیمسٹری میں ہم مادے کی تینوں اقسام یعنی ٹھوس، مائع اور گیس کا مطالعہ کرتے ہیں۔

مادے کا وہ ٹکڑا جو اپنی خالص حالت میں پایا جائے شے (substance) کہلاتا ہے۔ ہر شے کی ایک مخصوص ترکیب اور متعین خواص ہوتے ہیں۔ دوسری جانب ناخالص مادہ مکسچر (mixture) کہلاتا ہے، جو اپنی ترکیب کے لحاظ سے ہوموجینیس (homogeneous) یا پھر ہیٹروجینیس (heterogeneous) ہو سکتا ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ ہر مادے کی طبیعی اور کیمیائی خصوصیات ہوتی ہیں۔ ایسی خصوصیات جو مادے کی طبیعی حالت (physical state) سے متعلق ہوں، طبیعی خصوصیات (physical properties) کہلاتی ہیں۔ ان خصوصیات میں رنگ، بو، ذائقہ، سخت پن، کرسٹل کی شکل، سالوبیلٹی، میلٹنگ اور بوائلنگ پوائنٹس وغیرہ شامل ہیں۔ مثال کے طور پر جب برف کو گرم کیا جاتا ہے تو پگھل کر پانی میں تبدیل ہو جاتی ہے اور جب پانی کو مزید گرم کیا جاتا ہے تو یہ ابل کر بھاپ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ اس سارے عمل میں پانی کی طبیعی حالت تو تبدیل ہوتی ہے لیکن کیمیائی ترکیب وہی رہتی ہے۔

کیمیائی خصوصیات (chemical properties) کا انحصار شے کی ترکیب پر ہوتا ہے۔ جب کسی شے میں کیمیائی تبدیلی واقع ہوتی ہے تو اس کی ترکیب میں بھی تبدیلی آ جاتی ہے اور ایک نئی شے تشکیل پاتی ہے۔ مثال کے طور پر پانی کا اجزا میں تبدیل ہونا (decompositon) ایک کیمیائی تبدیلی ہے کیونکہ اس عمل میں ہائیڈروجن اور آکسیجن گیسز پیدا ہوتی ہیں۔ تمام مادے یا تو خالص اشیا (substance) ہوتے ہیں یا پھر مکسچر (mixture)۔ شکل 1.1 میں مادے کی سادہ تقسیم یا گروہ بندی دکھائی گئی ہے۔

شکل نمبر 1.1: مادہ کی سادہ تقسیم

1.2.1 ایلیمنٹس، کمپاؤنڈز اور مکسچرز (ELEMENTS,COMPOUNDS AND MIXTURES)

1.2.1.1 ایلیمنٹس (Elements)

ابتدائی دور میں 9 ایلیمنٹس یعنی کاربن، گولڈ، سلور، ٹن، مرکری، لیڈ، کاپر، آئرن اور سلفر معلوم تھے۔ اس زمانے میں سمجھا جاتا تھا کہ ایلیمنٹس ایسی شے ہیں جنہیں عام کیمیائی عمل کے ذریعے توڑ کر سادہ تر اجزا میں تبدیل نہیں کیا جاسکتا۔ انیسویں صدی کے اختتام تک 63 ایلیمنٹس دریافت کیے جا چکے تھے۔ جبکہ اب دریافت شدہ ایلیمنٹس کی تعداد 118 تک ہے؛ جن میں سے 92 قدرتی طور پر پائے جانے والے ایلیمنٹس ہیں۔ ایلیمنٹ کی جدید تعریف یہ ہے کہ یہ ایک ایسی شے ہے جو ایک ہی قسم کے ایٹمز پر مشتمل ہوتی ہے جن کا اٹامک نمبر یکساں ہوتا ہے اور اسے کیمیائی طریقوں سے سادہ تر شے میں تبدیل نہیں کیا جاسکتا۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ ہر ایلیمنٹ مخصوص قسم کے ایٹمز سے مل کر بنتا ہے۔

قدرتی طور پر ایلیمنٹس آزاد اور متحد دونوں صورتوں میں پائے جاتے ہیں۔ دنیا میں جتنے بھی ایلیمنٹس ہیں، وہ قشرارض، سمندروں اور کرہ ہوائی میں مختلف مقداری نسبتوں سے موجود ہیں۔ ٹیبل 1.1 میں ہمارے اردگرد بکثرت پائے جانے والے چند ایلیمنٹس کی قدرتی دستیابی کو وزن کے لحاظ سے فی صد تناسب میں ظاہر کیا گیا ہے۔ اس میں ہمارے گردونواح کے ماحول کے تینوں اہم نظاموں میں پائے جانے والے بنیادی ایلیمنٹس کی ترکیب دکھائی گئی ہے۔

ٹیبل 1.1: چند اہم ایلیمنٹس کی بلحاظ وزن فیصد قدرتی دستیابی

قشرارض		سمندر		کرہ ہوائی	
آکسیجن	47%	آکسیجن	86%	نائٹروجن	78%
سیلیکان	28%	ہائیڈروجن	11%	آکسیجن	21%
ایلومینیم	7.8%	کلورین	1.8%	آرگان	0.9%

طبیعی طور پر ایلیمنٹس ٹھوس، مائع اور گیس تینوں حالتوں میں ہو سکتے ہیں۔ ایلیمنٹس کی اکثریت ٹھوس حالت میں پائی جاتی ہے۔ مثلاً سوڈیم، کاربن، زنک اور گولڈ وغیرہ۔ صرف دو ایلیمنٹس یعنی برومین (Br) اور مرکری (Hg) مائع حالت میں ہوتے ہیں۔ چند ایلیمنٹس گیس کی حالت میں ہوتے ہیں جن میں نائٹروجن، آکسیجن، کلورین اور ہائیڈروجن شامل ہیں۔

ایلیمنٹس کو ان کی بعض خصوصیات کی بنیاد پر میٹلز (metals)، نان میٹلز (nonmetals) اور میٹلائیڈز (metalloids) میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ 80% کے قریب ایلیمنٹس کا شمار میٹلز میں ہوتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

انسانی جسم کا بڑا حصہ، یعنی ماس کے لحاظ سے 65% تا 80% پانی پر مشتمل ہوتا ہے۔
انسانی جسم کا 99% حصہ چھ ایلیمنٹس سے مل کر بنتا ہے۔ یعنی آکسیجن 65%، کاربن 18%، ہائیڈروجن 10%، نائٹروجن 3%، کیلشیم 1.5% اور فاسفورس 1.5%
پوٹاشیم، سلفر، میگنیشیم اور سوڈیم ہمارے جسم میں مجموعی طور پر 0.8% ہوتے ہیں۔ جبکہ کاپر، زنک، فلورین، آئرن، کوبالٹ اور مینگانیز ہمارے جسم کے کل ماس کا محض 0.2% ہوتے ہیں۔

کیمسٹری میں ایلیمنٹس کو سمبلز (symbols) سے ظاہر کیا جاتا ہے جو ان ایلیمنٹس کے انگریزی، لاطینی، یونانی یا جرمن ناموں کا مخفف ہوتے ہیں۔ اگر یہ سمبل ایک حرف پر مشتمل ہو تو اسے کیپیٹل حرف سے لکھا جائے گا۔ مثلاً ہائیڈروجن (Hydrogen) کے لیے H، نائٹروجن (Nitrogen) کے لیے N اور کاربن (Carbon) کے لیے C وغیرہ۔ اگر سمبل دو حروف پر مشتمل ہو تو پہلا حرف کیپیٹل اور دوسرا سمال ہوگا جیسے کہ کیلشیم (Calcium) کے لیے Ca، سوڈیم (Natrium) کے لیے Na اور کلورین (Chlorine) کے لیے Cl۔

ایلیمنٹ کی ایک منفرد خاصیت اس کی ویلنسی (Valency) ہے۔ یہ دراصل ایک ایٹم کی دوسرے ایٹموں کے ساتھ ملنے کی استعداد ہوتی ہے۔ اس کا انحصار ایٹم کے آخری شیل میں موجود الیکٹرونز کی تعداد پر ہوتا ہے۔

سادہ کوویلنٹ کمپاؤنڈز (covalent compounds) میں ویلنسی ایلیمنٹ کے ایک ایٹم سے ملاپ کرنے والے ہائیڈروجن ایٹمز کی تعداد یا اس ایلیمنٹ کے ایک ایٹم سے بننے والے بانڈز کی تعداد ہے۔ مثال کے طور پر کلورین، آکسیجن، نائٹروجن اور کاربن کی ویلنسیز بالترتیب 1، 2، 3 اور 4 ہیں۔ ان ایلیمنٹس کے ایک ایٹم کے ساتھ ہائیڈروجن کے ایٹمز مختلف تعداد میں مل کر بالترتیب HCl، H_2O، NH_3 اور CH_4 کمپاؤنڈز بناتے ہیں۔

سادہ آئیونک کمپاؤنڈ (ionic compound) میں ویلنسی سے مراد الیکٹرونز کی وہ تعداد ہے جو کوئی ایٹم اپنے آخری شیل میں آٹھ الیکٹرونز یعنی اوکٹیٹ (Octet) کو مکمل کرنے کے لیے خارج یا حاصل کرتا ہے۔ ایسے ایلیمنٹس جن کے ویلنس شیل میں تین یا اس سے کم الیکٹرونز ہوں، اپنے اوکٹیٹ کو مکمل کرنے کے لیے ان الیکٹرونز کو خارج کرنے کو ترجیح دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر سوڈیم، میگنیشیم اور ایلومینیم کے ویلنس شیلز میں بالترتیب 1، 2 اور 3 الیکٹرونز پائے جاتے ہیں۔ یہ ایٹم ان الیکٹرونز کو خارج کر کے بالترتیب 1، 2 اور 3 ویلنسی کے حامل ہو جاتے ہیں۔ جبکہ دوسری جانب ایسے گروپ جن کے ویلنس شیل میں 4 یا 4 سے زیادہ الیکٹرونز ہوں، وہ اپنا اوکٹیٹ مکمل کرنے کے لیے باہر سے الیکٹرونز حاصل کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر N، O اور Cl کے ویلنس شیل میں بالترتیب 5، 6 اور 7 الیکٹرونز ہیں۔ یہ ایٹم اپنا اوکٹیٹ مکمل کرنے کے لیے بالترتیب 3، 2 اور 1 الیکٹرونز حاصل کرتے ہیں۔ چنانچہ یہ ایٹم بالترتیب 3، 2 اور 1 ویلنسی ظاہر کرتے ہیں۔ ریڈیکل، ایٹمز کے ایسے گروپ کو کہتے ہیں جس پر کوئی چارج ہوتا ہے۔ چند عام ایلیمنٹس اور ریڈیکلز کی ویلنسیاں ٹیبل نمبر 1.2 میں دکھائی گئی ہیں۔

ٹیبل 1.2: چند ایلیمنٹس اور ریڈیکلز کے سمبلز اور ویلنسیز

ایلیمنٹ / ریڈیکل	سمبل / فارمولا	ویلنسی	ایلیمنٹ / ریڈیکل	سمبل / فارمولا	ویلنسی
سوڈیم	Na	1	ہائیڈروجن	H	1
پوٹاشیم	K	1	کلورین	Cl	1
سلور	Ag	1	برومین	Br	1
میگنیشیم	Mg	2	آیوڈین	I	1
کیلشیم	Ca	2	آکسیجن	O	2
بیریم	Ba	2	سلفر	S	2
زنک	Zn	2	نائٹروجن	N	3
کاپر	Cu	1,2	فاسفورس	P	3,5
مرکری	Hg	1,2	بورون	B	3
آئرن	Fe	2,3	آرسینک	As	3
ایلومینیم	Al	3	کاربن	C	4
کرومیم	Cr	3	کاربونیٹ	CO_3^{2-}	2
امونیم	NH_4^+	1	سلفیٹ	SO_4^{2-}	2
ہائیڈرونیم	H_3O^+	1	سلفائٹ	SO_3^{2-}	2
ہائیڈروآکسائیڈ	OH^-	1	تھایوسلفیٹ	$S_2O_3^{2-}$	2
سائنائیڈ	CN^-	1	نائٹرائیڈ	N^{3-}	3
بائی سلفیٹ	HSO_4^-	1	فاسفیٹ	PO_4^{3-}	3
بائی کاربونیٹ	HCO_3^-	1			

کچھ ایلیمنٹس ایک سے زیادہ ویلنسی ظاہر کرتے ہیں یعنی ان کی ویلنسی ویری ایبل (variable valency) ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر فیرس سلفیٹ ($FeSO_4$) میں آئرن کی ویلنسی 2 ہے جبکہ فیرک سلفیٹ $Fe_2(SO_4)_3$ میں آئرن کی ویلنسی 3 ہے۔ عموماً ایلیمنٹ کے لاطینی یا یونانی نام مثلاً Ferrum کو تبدیل کر کے اس کے آخر میں ous لگا کر کم ویلنسی کو ظاہر کیا جاتا ہے جیسے Ferrous اور ic لگا کر زیادہ ویلنسی کو ظاہر کیا جاتا ہے جیسے Ferric ۔

1.2.1.2 کمپاؤنڈز (Compounds)

کمپاؤنڈ ایک ایسی شے (substance) ہے جو دو یا دو سے زیادہ ایلیمنٹس کے کیمیائی طور پر متعین نسبت بلحاظ ماس کے ملنے سے وجود میں آتی ہے۔ اس ری ایکشن کے نتیجے میں ایلیمنٹس کی اپنی خصوصیات کھو جاتی ہیں اور ان سے بننے والے کمپاؤنڈز کی

خصوصیات بکسر مختلف ہوتی ہیں۔ کمپاؤنڈز کو ان کے تشکیل دینے والے ایلیمنٹس میں سادہ طبعی طریقوں سے نہیں توڑا جاسکتا۔ مثال کے طور پر جب کاربن اور آکسیجن کیمیائی طور پر متعین نسبت بلحاظ ماس 32:12 یا 8:3 سے ملتے ہیں تو کاربن ڈائی آکسائڈ وجود میں آتی ہے۔ اسی طرح پانی ایک ایسا کمپاؤنڈ ہے جو ہائڈروجن اور آکسیجن کی ایک متعین نسبت بلحاظ ماس یعنی ماس یعنی 8:1 سے ملنے پر وجود میں آتا ہے۔

کمپاؤنڈز کو بانڈنگ کے لحاظ سے دو اقسام یعنی آئیونک (ionic) اور کوویلنٹ (covalent) کمپاؤنڈز میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ آئیونک کمپاؤنڈز آزاد مالیکیولر حالت میں نہیں پائے جاتے۔ یہ ایک سہ طرفی کرسٹل لیٹس (crystal lattice) بناتے ہیں جس میں ہر آئن مخالف چارج رکھنے والے آئنز کی خاص تعداد کے درمیان گھرا ہوتا ہے۔ مخالف چارج رکھنے والے آئن ایک دوسرے کو بڑی قوت سے اٹریکٹ کرتے ہیں۔ اس کا نتیجہ یہ ہے کہ آئیونک کمپاؤنڈز کے میلٹنگ اور بوائلنگ پوائنٹس بہت زیادہ ہوتے ہیں۔ ان کمپاؤنڈز کے کیمیکل فارمولے کو فارمولا یونٹس (formula units) کے طور پر ظاہر کیا جاتا ہے۔ مثلاً NaCl، KBr اور $CuSO_4$ وغیرہ۔

کوویلنٹ کمپاؤنڈز زیادہ تر مالیکیولر شکل میں پائے جاتے ہیں۔ ان کا ایک مالیکیول کوویلنٹ کمپاؤنڈ کا حقیقی نمائندہ ہوتا ہے اور اس کا کیمیکل فارمولا مالیکیولر فارمولا (molecular formula) کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر H_2O, CH_4, H_2SO_4, HCl۔

ٹیبل 1.3۔ چند عام کمپاؤنڈز اور ان کے فارمولاز

کمپاؤنڈ	کیمیائی فارمولا
پانی	H_2O
سوڈیم کلورائڈ (کھانے کا نمک)	NaCl
سلیکان ڈائی آکسائڈ (ریت)	SiO_2
سوڈیم ہائڈروآکسائڈ (کاسٹک سوڈا)	NaOH
سوڈیم کاربونیٹ (دھوبی سوڈا)	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$
کیلیم آکسائڈ (کوئک لائم)	CaO
کیلیم کاربونیٹ (لائم سٹون)	$CaCO_3$
شوگر	$C_{12}H_{22}O_{11}$
سلفیورک ایسڈ	H_2SO_4
امونیا	NH_3

یاد رکھیے

ہمیں ہمیشہ استعمال کرنا چاہیے:

- ایلیمنٹس کے لیے معیاری کیمیائی سمبلز
- کمپاؤنڈز کے لیے کیمیائی فارمولے
- سائنسی اصطلاحات کے لیے موزوں خصوصی تلفظات
- سائنس میں استعمال ہونے والے تمام کونسٹنٹ (constant) کے لیے معیاری ویلیوز اور SI یونٹس۔

1.2.1.3 مکسچرز (Mixtures)

جب دو یا دو سے زیادہ ایلیمنٹس یا کمپاؤنڈز طبیعی طور پر کسی متعین نسبت کے بغیر باہم مل جائیں تو ایک مکسچر وجود میں آتا ہے۔ باہمی ملنے کے اس عمل میں ان اشیا کی کیمیائی ترکیب اور خصوصیات برقرار رہتی ہیں۔ مکسچر کے اجزائے ترکیبی کو طبیعی طریقوں مثلاً ڈسٹیلیشن (distillation)، فلٹریشن (filtration)، ایویپوریشن (evaporation)، کرسٹلائزیشن (crystallization)، میگناٹائزیشن (magnetization) کے ذریعے الگ کیا جاسکتا ہے۔ ایسے مکسچر جن میں اجزا کی ترکیب ہر جگہ یکساں ہوتی ہے، ہوموجینیس مکسچر (homogeneous mixture) کہلاتے ہیں؛ جیسے کہ ہوا، گیسولین اور آئس کریم وغیرہ۔ جبکہ دوسری جانب ہیٹروجینیس مکسچر (heterogeneous mixture) ایسے مکسچر کو کہا جاتا ہے جن میں اجزا کی ترکیب ہر جگہ پر ایک جیسی نہ ہو، مثلاً مٹی، چٹان اور لکڑی وغیرہ۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ہوا ایک مکسچر ہے نائٹروجن، آکسیجن، کاربن ڈائی آکسائیڈ، نوبل گیسوں اور نمی کا۔
مٹی مکسچر ہے ریت، چکنی مٹی، معدنی نمکیات، پانی اور ہوا کا۔
دودھ مکسچر ہے پانی، شوگر، چکنائی، پروٹینز، وٹامنز اور معدنی نمکیات کا۔
پیتل مکسچر ہے کاپر اور زنک میٹلز کا۔

ٹیبل 1.4: کمپاؤنڈ اور مکسچر میں فرق

	کمپاؤنڈ	مکسچر
i-	یہ ایلیمنٹس کے ایٹمز کے کیمیائی ملاپ سے وجود میں آتا ہے۔	مکسچر مختلف اشیا کے سادہ ملاپ سے بنتا ہے۔
ii-	کمپاؤنڈ کے اجزا اپنی شناخت کھودیتے ہیں اور ایسی نئی شے وجود میں آتی ہے جس کی خصوصیات بالکل مختلف ہوتی ہیں۔	مکسچر میں اس کے اجزا اپنی اپنی خصوصیات برقرار رکھتے ہیں۔

-iii	کمپاؤنڈ کے اجزا بلحاظ ماس ہمیشہ ایک متعین نسبت کے حامل ہوتے ہیں۔	مکسچر کے اجزا کی کم سے کم تعداد اور نسبت متعین نہیں ہوتی۔
-iv	اجزا کو طبیعی طریقوں سے جدا نہیں کیا جاسکتا۔	اجزا کو سادہ طبیعی طریقوں سے جدا کیا جاسکتا ہے۔
-v	ہر کمپاؤنڈ کو ایک کیمیائی فارمولا کے ذریعے ظاہر کیا جاتا ہے۔	اس میں دو یا دو سے زیادہ اجزا ہوتے ہیں اور اس کا کوئی کیمیائی فارمولا نہیں ہوتا۔
-vi	کمپاؤنڈز کی ترکیب ہوموجینیس ہوتی ہے۔	ان کی ترکیب ہوموجینیس اور ہیٹروجینیس دونوں صورتوں میں ہوسکتی ہے۔
-vii	کمپاؤنڈ کا میلٹنگ پوائنٹ واضح اور متعین ہوتا ہے۔	مکسچر کا میلٹنگ پوائنٹ واضح اور متعین نہیں ہوتا۔

خود تشخیصی سرگرمی 1.2

i- کیا آپ مندرجہ ذیل میں سے مکسچر، ایلیمنٹ اور کمپاؤنڈ کو الگ الگ کرسکتے ہیں؟

کوکا کولا، پیٹرولیم، شوگر، کھانے کا نمک، خون، بارود، یوریا، ایلومینیم، سیلیکان، ٹن، آئس کریم۔

ii- آپ اس بات کو کس طرح ثابت کریں گے کہ ہوا ایک ہوموجینیس مکسچر ہے۔ اس میں موجود اشیا کے نام بتائیں۔

iii درج ذیل علامات جن ایلیمنٹس کو ظاہر کرتی ہیں ان کے نام بتائیں۔

Hg, Au, Fe, Ni, Co, W, Sn, Na, Ba, Br, Bi.

iv- روم ٹمپریچر پر ایک ٹھوس، ایک مائع اور ایک گیسی حالت میں پائے جانے والے ایلیمنٹس کے نام بتائیں۔

v- ان کمپاؤنڈز میں کون کون سے ایلیمنٹ پائے جاتے ہیں؟

شوگر، کھانے کا نمک، چونے کا پانی اور چاک۔

1.2.1 اٹامک نمبر (Atomic Number) اور ماس نمبر (Mass Number)

کسی ایلیمنٹ کا اٹامک نمبر اس ایلیمنٹ کے ہر ایٹم کے نیوکلیس میں موجود پروٹونز کی تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔ اسے "Z" کی علامت سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ چونکہ کسی ایک ایلیمنٹ کے تمام ایٹمز میں پروٹونز کی تعداد ہمیشہ ایک جیسی ہوتی ہے، لہٰذا ان کا اٹامک نمبر ایک ہی ہوتا ہے۔ چنانچہ ہر ایلیمنٹ کا ایک مخصوص اٹامک نمبر ہوتا ہے جسے اس کی شناخت بھی کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر

ہائیڈروجن کے ایٹمز میں 1 پروٹون ہوتا ہے، ان کا اٹامک نمبر $Z=1$ ہے۔

کاربن کے تمام ایٹمز میں 6 پروٹونز ہوتے ہیں ان کا اٹامک نمبر $Z=6$ ہے۔

اسی طرح آکسیجن میں 8 پروٹونز پائے جاتے ہیں ان کا اٹامک نمبر $Z=8$ ہے۔

اور سلفر جس میں 16 پروٹونز ہیں، ان کا اٹامک نمبر $Z=16$ ہے۔

کسی ایلیمنٹ کا ماس نمبر اس کے ایک ایٹم میں موجود پروٹونز اور نیوٹرونز کی مجموعی تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔ اسے علامت A سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

اسے معلوم کرنے کے لیے $A = Z + n$ کا فارمولا استعمال کیا جاتا ہے

یہاں n، اس ایلیمنٹ کے ایٹمز میں موجود نیوٹرونز کی تعداد ہے۔

ہر پروٹون اور نیوٹرون کا ماس ایک یونٹ اٹامک ماس کے برابر ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر ہائڈروجن کے نیوکلیئس میں ایک پروٹون اور کوئی نیوٹرون نہیں ہوتا ہے۔ اس کا اٹامک ماس نمبر $A = 1 + 0 = 1$ ہے۔

کاربن کے ایٹم میں 6 پروٹون اور 6 نیوٹرون ہوتے ہیں۔ لہٰذا اس کا اٹامک ماس نمبر $A = 12$ ہے۔

ٹیبل 1.5 میں چند ایلیمنٹس کے اٹامک نمبر اور ماس نمبر دیے گئے ہیں۔

ٹیبل 1.5: چند ایلیمنٹ اور ان کے اٹامک اور ماس نمبرز

ایلیمنٹ	پروٹونز کی تعداد	نیوٹرونز کی تعداد	اٹامک نمبر Z	ماس نمبر A
ہائڈروجن	1	0	1	1
کاربن	6	6	6	12
نائٹروجن	7	7	7	14
آکسیجن	8	8	8	16
فلورین	9	10	9	19
سوڈیم	11	12	11	23
میگنیشیم	12	12	12	24
پوٹاشیم	19	20	19	39
کیلشیم	20	20	20	40

مثال 1.1 ایک ایٹم کا ماس نمبر $A = 238$ اور اٹامک نمبر $Z = 92$ ہو تو اس میں پروٹونز اور نیوٹرونز کی تعداد کیا ہوگی؟

حل: سب سے پہلے مسئلے کی دی گئی سٹیٹمنٹ سے ڈیٹا تیار کیجیے اور پھر اسی ڈیٹا کی مدد سے مسئلے کو حل کیجیے۔

ڈیٹا:

$A = 238$

$Z = 92$

پروٹونز کی تعداد $= ?$

نیوٹرونز کی تعداد $= ?$

اب پروٹونز اور نیوٹرونز کی تعداد معلوم کیجیے۔

پروٹونز کی تعداد $= Z = 92$

نیوٹرونز کی تعداد $= n = A - Z$

$= 238 - 92$

$= 146$

1.2.3 ریلیٹو اٹامک ماس اور اٹامک ماس یونٹ (Relative Atomic Mass and Atomic Mass Unit)

ہم جانتے ہیں کہ ایٹم کا ماس اتنا کم ہوتا ہے کہ اسے تجرباتی طور پر معلوم کرنا ممکن نہیں ہے۔ البتہ کچھ آلات ہمیں اس قابل بناتے ہیں کہ ہم مختلف ایلیمنٹس کے اٹامک ماسز کی کاربن-12 کے اٹامک ماس کے ساتھ نسبت معلوم کر سکیں۔ یہ نسبت ایلیمنٹ کا ریلیٹو اٹامک ماس (Relative atomic mass) کہلاتی ہے۔ کسی ایلیمنٹ کا ریلیٹو اٹامک ماس اس ایلیمنٹ کے ایٹمز کے اوسط اٹامک ماس اور کاربن-12 آئسوٹوپ (ایلیمنٹ جس کا ماس نمبر مختلف لیکن اٹامک نمبر ایک جیسا ہو) کے اٹامک ماس کے $\frac{1}{12}$ ویں حصے سے نسبت کے برابر ہوتا ہے۔ کاربن-12 کے معیار کی بنیاد پر کاربن کے ایٹم کا اٹامک ماس 12 ہے جس کا $\frac{1}{12}$ حصہ 1 ہے۔ جب ہم دیگر ایلیمنٹس کے اٹامک ماسز کا موازنہ کاربن-12 کے ایٹموں کے ساتھ کرتے ہیں تو وہ ان ایلیمنٹس کے ریلیٹو اٹامک ماسز کو ظاہر کرتے ہیں۔ ریلیٹو اٹامک ماس کے یونٹ کو اٹامک ماس یونٹ (Atomic mass unit) کہا جاتا ہے جس کا سمبل "amu" ہے۔ ایک اٹامک ماس یونٹ کاربن-12 کے ایک ایٹم کا $\frac{1}{12}$ حصہ ہوتا ہے۔ گرامز میں اٹامک ماس یونٹ اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے:

$$1\text{amu} = 1.66\times10^{-24}\text{g}$$

مثال کے طور پر

پروٹون کا ماس $= 1.0073$ amu یا 1.67210^{-24} g

نیوٹرون کا ماس $= 1.0087$ amu یا 1.67410^{-24} g

الیکٹرون کا ماس $= 5.486\times10^{-4}$ amu یا 9.10610^{-28} g

خود تشخیصی سرگرمی 1.3

(i) کسی شے کے ایک گرام میں کتنے amu ہوتے ہیں؟
(ii) کیا اٹامک ماس یونٹ کسی اٹامک ماس کا SI یونٹ ہے؟
(iii) اٹامک نمبر اور اٹامک ماس کے درمیان کیا تعلق ہے؟
(iv) ریلیٹو اٹامک ماس کی تعریف کیجیے۔
(v) کسی ایٹم کا ریلیٹو اٹامک ماس اس کے اٹامک ماس کے طور پر کیوں بیان کیا جاتا ہے؟

1.2.4 کیمیائی فارمولا کیسے لکھا جائے؟ (How to write a Chemical Formula)

جس طرح ایلیمنٹس کو سمبل سے ظاہر کیا جاتا ہے اسی طرح کمپاؤنڈز کیمیائی فارمولاز کے ذریعے ظاہر کیے جاتے ہیں۔ کمپاؤنڈز کے کیمیائی فارمولاز درج ذیل مراحل کو ذہن میں رکھتے ہوئے لکھے جاتے ہیں:

(i) دو ایلیمنٹس کے سمبلز کو اس ترتیب سے ایک دوسرے کے

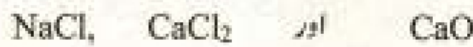
ساتھ لکھا جاتا ہے کہ پوزیٹیو آئن (positive ion) بائیں جانب اور نیگیٹو آئن (negative ion) دائیں جانب میں آئے۔
(ii) دونوں آئنز کی ویلنسی ان کی علامت کے اوپر دائیں کونے پر لکھ دی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر

$$Na^{+}Cl^{-},\quad Ca^{2+}Cl^{-}\quad \text{اور}\quad Ca^{2+}O^{2-}$$

(iii) دونوں آئنز کی ویلنسی کو ان دونوں کے نچلے کونے پر دائیں جانب کراس ایکسچینج کے طریقے سے لے جایا جاتا ہے۔

$$Na^{\oplus}\,Cl^{\ominus}\quad Ca^{2+}\,Cl^{\ominus}\quad Ca^{2+}\,O^{2-}$$

مثال کے طور پر ان کے فارمولا کو اس طرح لکھا جائے گا:

$$NaCl,\quad CaCl_2\quad \text{اور}\quad CaO$$

(iv) اگر ویلنسیز ایک جیسی ہوں تو انہیں کینسل کر دیا جاتا ہے اور کیمیکل فارمولا میں نہیں لکھا جاتا، لیکن اگر یہ مختلف ہوں تو انہیں اسی طرح اور اسی مقام پر لکھ دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر سوڈیم کلورائڈ (کھانے کا نمک) کی صورت میں دونوں ویلنسیز کینسل کر دی جاتی ہیں اور فارمولا NaCl کے طور پر لکھا جاتا ہے' جبکہ کیلشیم کلورائڈ کا فارمولا $CaCl_2$ کے طور پر لکھا جاتا ہے۔
(v) اگر کوئی آئن جسے ریڈیکل کہتے ہیں دو یا دو سے زیادہ ایٹمز پر مشتمل ہو اور چارج کا حامل ہو' مثلاً SO_4^{2-} (سلفیٹ) اور PO_4^{3-} (فاسفیٹ)، تو ریزلٹنٹ چارج اس ریڈیکل کی ویلنسی کو ظاہر کرتا ہے۔ ایسے کمپاؤنڈز کا کیمیکل فارمولا اسی طرح لکھا جاتا ہے جس طرح (iii) اور (iv) میں بیان کیا گیا ہے، لیکن اس صورت میں نیگیٹو ریڈیکل کو ایک بریکٹ کے اندر لکھ دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر ایلومینیم سلفیٹ کا فارمولا $Al_2(SO_4)_3$ اور کیلشیم فاسفیٹ کا فارمولا $Ca_3(PO_4)_2$ لکھا جاتا ہے۔

1.2.4.1 امپیریکل فارمولا (Empirical Formula)

کیمیکل فارمولاے (Formulae) دو طرح کے ہوتے ہیں۔ کیمیکل فارمولاے کی سادہ ترین شکل امپیریکل فارمولا (Empirical formula) کہلاتی ہے۔ یہ ایک کمپاؤنڈ میں موجود ایٹمز کی سادہ عددی نسبت کو ظاہر کرتا ہے۔ کسی کمپاؤنڈ کا امپیریکل فارمولا اس کمپاؤنڈ میں موجود ایلیمنٹس کی فی صد مقدار معلوم کر کے متعین کیا جاتا ہے۔ یہاں پر ہم اسے چند مثالوں سے واضح کریں گے۔
سلیکا (ریت) جو ایک کوویلنٹ کمپاؤنڈ (covalent compound) ہے' میں سلیکان اور آکسیجن سادہ نسبت 1:2 میں پائے جاتے ہیں۔ لہٰذا اس کا امپیریکل فارمولا SiO_2 لکھا جاتا ہے۔ اسی طرح گلوکوز میں کاربن، ہائڈروجن اور آکسیجن کی سادہ ترین نسبت 1:2:1 ہے۔ چنانچہ اس کا امپیریکل فارمولا CH_2O ہے۔

جیسا کہ پہلے بیان کیا گیا ہے، آئیونک کمپاؤنڈز سہ طرفی ڈھانچہ کی صورت میں پائے جاتے ہیں۔ ہر آئن کو مخالف چارج والے آئن اس طرح سے گھیرے ہوتے ہیں کہ مجموعی طور پر اس کمپاؤنڈ پر کوئی چارج نہیں ہوتا یعنی وہ الیکٹریکلی نیوٹرل (electrically neutral) ہوتا ہے۔ لہٰذا ایک آئیونک کمپاؤنڈ کی نمائندگی کرنے والا سادہ ترین یونٹ اس کا

فارمولا یونٹ (formula unit) کہلاتا ہے۔ یعنی یہ آئیونک کمپاؤنڈ میں آئنز کی سادہ ترین عددی نسبت ہے۔ دیگر الفاظ میں آئیونک کمپاؤنڈ کے صرف امپیریکل فارمولے ہی ہوتے ہیں۔

مثال کے طور پر عام نمک کا فارمولا یونٹ ایک Na^+ آئن اور ایک Cl^- آئن پر مشتمل ہوتا ہے اور اس کا امپیریکل فارمولا NaCl ہے۔ اسی طرح پوٹاشیم برومائڈ کا فارمولا یونٹ KBr ہے اور یہی اس کا امپیریکل فارمولا ہے۔

1.2.4.2 مالیکیولر فارمولا (Molecular Formula)

چونکہ مالیکیول، ایٹمز کے ری ایکشن سے وجود میں آتے ہیں۔ اس لیے ان کو مالیکیولر فارمولا (molecular formula) کی مدد سے ظاہر کیا جاتا ہے جو اس کمپاؤنڈ کے ایک مالیکیول میں موجود تمام ایلیمنٹس کی حقیقی تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔ مالیکیولر فارمولا، امپیریکل فارمولا سے درج ذیل تعلق کے ذریعے اخذ کیا جاتا ہے۔

مالیکیولر فارمولا = n(امپیریکل فارمولا)

جبکہ n کی قیمت 1، 2، 3...... اور اس سے آگے اعداد پر مشتمل ہو سکتی ہے۔

کسی کمپاؤنڈ کا مالیکیولر فارمولا اس کے امپیریکل فارمولے کے برابر یا اس سے چند گنا زیادہ بھی ہو سکتا ہے۔ مثال کے طور پر بینزین کا مالیکیولر فارمولا C_6H_6 ہے جو اس کے امپیریکل فارمولا CH سے اخذ کیا گیا ہے۔ یہاں n کی قیمت 6 ہے۔ ٹیبل 1.6 میں مختلف امپیریکل اور مالیکیولر فارمولے رکھنے والے چند کمپاؤنڈز دکھائے گئے ہیں۔

ٹیبل 1.6: کمپاؤنڈز کے امپیریکل اور مالیکیولر فارمولے

کمپاؤنڈ	امپیریکل فارمولا	مالیکیولر فارمولا
ہائڈروجن پر آکسائڈ	HO	H_2O_2
بینزین	CH	C_6H_6
گلوکوز	CH_2O	$C_6H_{12}O_6$

جیسے پہلے بیان کیا گیا ہے کچھ کمپاؤنڈز کے امپیریکل اور مالیکیولر فارمولے ایک جیسے ہوتے ہیں مثلاً پانی (H_2O) اور ہائڈروکلورک ایسڈ (HCl) وغیرہ۔

1.2.5 مالیکیولر ماس اور فارمولا ماس (Molecular Mass and Formula Mass)

ایک مالیکیول میں موجود تمام ایٹموں کے اٹامک ماسز کا مجموعہ اس مالیکیول کا مالیکیولر ماس (molecular mass) کہلاتا ہے۔ مثلاً پانی (H_2O) کا مالیکیولر ماس 18 *amu* جبکہ کاربن ڈائی آکسائڈ (CO_2) کا مالیکیولر ماس 44 *amu* ہے۔

مثال 1:

نائٹرک ایسڈ (HNO_3) کا مالیکیولر ماس معلوم کریں۔

حل

H کا اٹامک ماس = 1 amu

N کا اٹامک ماس = 14 amu

O کا اٹامک ماس = 16 amu

مالیکیولر فارمولا = HNO_3

مالیکیولر ماس = (H کا اٹامک ماس)+(N کا اٹامک ماس)+3(O کا اٹامک ماس)

= 1 + 14 + 3(16)

= 63 amu

آئیونک کمپاؤنڈز سہ رخی ٹھوس کرسٹلز بناتے ہیں اور فارمولا یونٹس سے ظاہر کیے جاتے ہیں۔ اس صورت میں ایک شے کے ایک فارمولا یونٹ میں موجود تمام ایلیمنٹس کے اٹامک ماسز کے مجموعے کو فارمولا ماس (formula mass) کہتے ہیں۔
مثال کے طور پر سوڈیم کلورائڈ (NaCl) کا فارمولا ماس 58.5 amu اور کیلشیم کاربونیٹ ($CaCO_3$) کا 100 amu ہے۔

مثال 1.3

پوٹاشیم سلفیٹ (K_2SO_4) کا فارمولا ماس معلوم کریں۔

حل

K کا اٹامک ماس = 39 amu

S کا اٹامک ماس = 32 amu

O کا اٹامک ماس = 16 amu

فارمولا یونٹ = K_2SO_4

فارمولا ماس = 2(K کا اٹامک ماس) + (سلفر کا اٹامک ماس) + 4(O کا اٹامک ماس)

فارمولا ماس = 2(39) + (32) + 4(16)

= 78 + 32 + 64

= 174 amu

(i) ایمپیریکل فارمولا اور فارمولا یونٹ کے درمیان کیا تعلق ہے؟

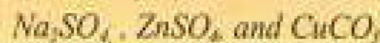
(ii) آپ مالیکیولر فارمولا اور ایمپیریکل فارمولا میں کس طرح فرق کریں گے؟

(iii) مندرجہ ذیل فارمولاز میں سے فارمولا یونٹ اور مالیکیولر فارمولا کی شناخت کریں۔

H_2O_2, CH_4, $C_6H_{12}O_6$, $C_{12}H_{22}O_{11}$, $BaCO_3$, KBr

(iv) ایسیٹک ایسڈ (CH_3COOH) کا ایمپیریکل فارمولا کیا ہے؟ اس کا مالیکیولر ماس معلوم کریں۔

(v) درج ذیل کے فارمولا ماسز معلوم کریں۔

Na_2SO_4 , $ZnSO_4$ and $CuCO_3$

خود تشخیصی سرگرمی 1.4

1.3 کیمیکل انواع (CHEMICAL SPECIES)

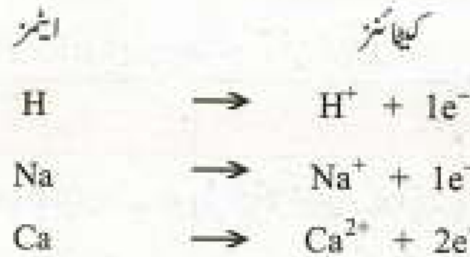
1.3.1 آئنز (کیٹائنز اور اینائنز)' مالیکیولر آئنز اور فری ریڈیکلز
(Ions, Cations and Anions, Molecular Ions and Free Radicals)

ایٹم یا ایٹمز کا ایسا مجموعہ جس پر پوزیٹو یا نیگیٹو چارج ہو' آئن (ion) کہلاتا ہے۔ اس لحاظ سے آئنز کی دو قسمیں ہیں۔ ایٹم یا ایٹموں کا ایسا مجموعہ جس پر پوزیٹو چارج ہو' کیٹائن (cation) کہلاتا ہے۔ کیٹائنز اس وقت بنتے ہیں جب کسی ایٹم کے سب سے بیرونی شیل میں سے کچھ الیکٹرونز نکل جائیں۔ مثال کے طور پر Na^+ اور K^+ بالترتیب سوڈیم اور پوٹاشیم کے کیٹائنز ہیں یعنی یہ سوڈیم اور پوٹاشیم کے ایٹمز کے بیرونی شیل میں سے ایک ایک الیکٹرون کے نکلنے سے وجود میں آتے ہیں۔ ذیل کی مساواتوں سے ظاہر ہوتا ہے کہ کس طرح ایٹمز سے ان کے کیٹائنز بنتے ہیں۔

ایٹمز — کیٹائنز

$$H \longrightarrow H^+ + 1e^-$$

$$Na \longrightarrow Na^+ + 1e^-$$

$$Ca \longrightarrow Ca^{2+} + 2e^-$$

ایک ایٹم یا ایٹمز کا ایسا مجموعہ جس پر نیگیٹو چارج ہو' اینائن (anion) کہلاتا ہے۔ اینائن اس وقت وجود میں آتا ہے جب کسی ایٹم کے بیرونی شیل میں ایک یا ایک سے زیادہ الیکٹرونز شامل ہو جائیں۔ مثال کے طور پر Cl^- اور O^{2-} دو اینائنز ہیں جو کہ کلورین کے ایٹم میں ایک الیکٹرون کے اضافے سے اور آکسیجن کے ایٹم میں 2 الیکٹرونز کے اضافے سے وجود میں آتے ہیں۔ ذیل کی مساواتوں سے واضح ہوتا ہے کہ کس طرح کسی ایٹم میں الیکٹرونز کا اضافہ ہو تو وہ اینائن بن جاتا ہے۔

ایٹمز — اینائنز

$$Cl + 1e^- \longrightarrow Cl^-$$

$$O + 2e^- \longrightarrow O^{2-}$$

ٹیبل 1.7: ایٹمز اور آئنز کے درمیان فرق

	ایٹم	آئن
-i	یہ کسی ایلیمنٹ کا سب سے چھوٹا پارٹیکل ہے۔	یہ کسی آئیونک کمپاؤنڈ کا سب سے چھوٹا یونٹ ہے۔
-ii	ایٹم آزادانہ وجود برقرار رکھتا بھی ہے اور بعض صورتوں میں نہیں رکھتا۔ تاہم یہ پارٹیکل کیمیکل ری ایکشنز میں حصہ لے سکتا ہے۔	یہ آزادانہ وجود برقرار نہیں رکھ سکتا اور اس کے مخالف چارج کے حامل آئنز اس کو گھیرے ہوتے ہیں۔
-iii	ایٹم پر مجموعی طور پر کوئی چارج نہیں ہوتا یعنی یہ الیکٹریکلی نیوٹرل ہوتا ہے۔	پوزیٹو یا نیگیٹو چارج کے حامل ہوتے ہیں۔

1.3.1.1 مالیکیولر آئن (Molecular Ion)

جب کسی مالیکیول میں سے ایک یا زیادہ الیکٹرونز نکل جائیں یا اس میں داخل ہوجائیں تو یہ مالیکیولر آئن (molecular ion) بن جاتا ہے۔ اس آئن کو ریڈیکل (radical) بھی کہتے ہیں۔ یوں اس پر چارج پوزیٹیو بھی ہوسکتا ہے اور نیگیٹیو بھی۔ اگر اس پر پوزیٹیو چارج ہوتو یہ کیٹاینک مالیکیولر آئن (cationic molecular ion) کہلائے گا اور اگر اس پر نیگیٹیو چارج ہوتو یہ اینائنک مالیکیولر آئن (anionic molecular ion) کہلائے گا۔

کیٹاینک مالیکیولر آئنز اپنے مدمقابل اینائنک مالیکیولر آئنز کی نسبت کثرت سے پائے جاتے ہیں۔ مثال کے طور پر N_2^+, He^+, CH_4^+ کیٹاینک مالیکیولر آئنز ہیں۔ جب ڈسچارج ٹیوب میں موجود گیسوں پر ہائی انرجی الیکٹرونز کی بمباری کی جائے تو یہ مالیکیولر آئنز کی شکل اختیار کرلیتی ہیں۔ ٹیبل 1.8 میں مالیکیول اور مالیکیولر آئن میں چند فرق بتائے گئے ہیں۔

ٹیبل 1.8: مالیکیول اور مالیکیولر آئن میں فرق

	مالیکیول	مالیکیولر آئن
i-	یہ کسی ایلیمنٹ کا سب سے چھوٹا پارٹیکل ہے جو آزادانہ وجود برقرار رکھ سکتا ہے اور اس میں اس ایلیمنٹ کی تمام تر خصوصیات موجود ہوتی ہیں۔	یہ کسی مالیکیول سے ایک یا زائد الیکٹرونز کے اخراج یا حصول سے وجود میں آتا ہے۔
ii-	یہ ہمیشہ نیوٹرل ہوتا ہے۔	اس پر پوزیٹیو یا نیگیٹیو چارج ہوتا ہے۔
iii-	یہ ایٹمز کے ملنے سے وجود میں آتا ہے۔	یہ مالیکیولز کی آئیونائزیشن سے وجود میں آتا ہے۔
iv-	یہ قیام پذیر یونٹ ہے۔	یہ کیمیائی طور پر ری ایکٹو ہیں۔

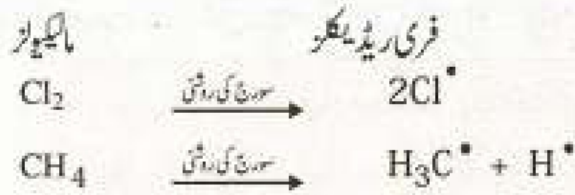
1.3.1.2 فری ریڈیکل (Free Radical)

فری ریڈیکلز ایسے ایٹم یا ایٹمز کے مجموعے ہیں جن پر طاق (odd) الیکٹرونز موجود ہوتے ہیں۔ اس کو ظاہر کرنے کے لیے متعلقہ ایلیمنٹ کے سمبل پر ایک نقطہ (•) ڈال دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر $H^\bullet$, $Cl^\bullet$ اور $H_3C^\bullet$ فری ریڈیکلز ہیں۔ فری ریڈیکل پیدا کرنے کے لیے دو ایٹمز کے درمیان موجود الیکٹرونز کی مساویانہ (homolytic) تقسیم کی جاتی ہے اور یہ اس وقت ہوتا ہے جب یہ ایٹم انرجی یا لائیٹ جذب کریں۔ آزاد ریڈیکل انتہائی ری ایکٹو ہوتا ہے کیونکہ اس میں اپنے بیرونی شیل کے الیکٹرون پورے کرنے کا بہت زیادہ رحجان پایا جاتا ہے۔ ٹیبل 1.9 میں آئنز اور فری ریڈیکلز کے درمیان کچھ فرق بیان کیے گئے ہیں۔

کائنات کا بہت سا حصہ پلازما کی شکل میں پایا جاتا ہے جو مادے کی چوتھی حالت ہے۔ اس میں دونوں اقسام کے آئن یعنی کیٹاینک اور اینائنک مالیکیولر آئنز پائے جاتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

مالیکیولز		فری ریڈیکلز
Cl_2	سورج کی روشنی ⟶	$2Cl^{\bullet}$
CH_4	سورج کی روشنی ⟶	$H_3C^{\bullet} + H^{\bullet}$

ٹیبل 1.9- آئنز اور فری ریڈیکلز کے درمیان فرق

	آئن	فری ریڈیکل
-i	آئنز ایسے ایٹمز ہیں جن پر چارج ہوتا ہے۔	فری ریڈیکلز ایسے ایٹمز یا ایٹموں کے مجموعہ ہوتے ہیں جن کے الیکٹرونز طاق تعداد میں ہوتے ہیں۔ اور ان پر کوئی چارج نہیں ہوتا۔
-ii	یہ سلوشن یا کرسٹل لیٹس میں رہ سکتے ہیں	یہ سلوشن میں اور ہوا میں بھی رہ سکتے ہیں۔
-iii	روشنی کی موجودگی ان کے بننے پر کوئی اثر نہیں رکھتی۔	یہ روشنی کی موجودگی میں بن سکتے ہیں۔

1.3.2 مالیکیولز کی اقسام (Types of Molecules)

ایک مالیکیول ایٹمز کے کیمیائی ری ایکشن سے وجود میں آتا ہے۔ یہ کسی مادے کا سب سے چھوٹا یونٹ ہے۔ اس میں اس مادے کی تمام تر خصوصیات موجود ہوتی ہے اور یہ آزادانہ طور پر اپنا وجود برقرار رکھتا ہے۔ باہم ملنے والے ایٹمز کی تعداد اور اقسام کے پیش نظر مالیکیولز کی بہت سی مختلف اقسام ہیں۔ یہاں صرف چند اقسام کا ذکر کیا جائے گا۔ صرف ایک ایٹم پر مشتمل مالیکیول کو مونو اٹامک (monoatomic) مالیکیول کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر نوبل گیسیں، جیسے ہیلیم، نی اون اور آرگون یہ تمام اٹامک شکل میں اپنا آزادانہ وجود برقرار رکھتی ہیں۔ اس لیے ان کے ایٹمز کو مونو اٹامک مالیکیولز کہا جاتا ہے۔

اگر کوئی مالیکیول دو ایٹمز پر مشتمل ہو تو وہ ڈائی اٹامک (diatomic) مالیکیول کہلاتا ہے۔ مثال کے طور ہائیڈروجن گیس (H_2)، آکسیجن گیس (O_2) اور کلورین گیس (Cl_2) اور ہائیڈروکلورک ایسڈ (HCl-)۔

اگر کسی مالیکیول میں تین ایٹم ہوں تو اسے ٹرائی اٹامک (triatomic) مالیکیول کہا جائے گا۔ مثال کے طور پر پانی (H_2O)، کاربن ڈائی آکسائڈ (CO_2)۔

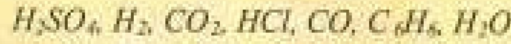
اگر کسی مالیکیول میں بہت سے ایٹمز ہوں تو اسے پولی اٹامک (Polyatomic) مالیکیول کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر میتھین (CH_4)، سلفیورک ایسڈ (H_2SO_4)، اور گلوکوز ($C_6H_{12}O_6$)۔

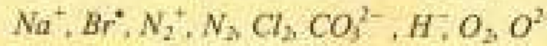
ایسے مالیکیولز جن میں موجود تمام ایٹمز ایک ہی ایلیمنٹ کے ہوں، انہیں ہوموا اٹامک مالیکیولز (homoatomic molecules) کہا جاتا ہے۔ جیسے ہائیڈروجن (H_2) اوزون (O_3)، سلفر (S_8) اور فاسفورس (P_4) ایسے مالیکیولز کی مثالیں ہیں جو ایک ہی قسم کے ایٹمز سے بنتے ہیں۔ جب کسی مالیکیول میں مختلف ایلیمنٹس کے ایٹمز ہوں تو اسے ہیٹرو اٹامک مالیکیول

(heteroatomic molecule) کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر CO_2 ، H_2O ، NH_3۔

خود تشخیصی سرگرمی 1.5

i- مندرجہ ذیل میں سے ڈائی اٹامک، ٹرائی اٹامک اور پولی اٹامک مالیکیولز الگ الگ کریں۔

H_2SO_4, H_2, CO_2, HCl, CO, C_6H_6, H_2O

ii- مندرجہ ذیل میں سے کیٹائن، اینائن، فری ریڈیکل، مالیکیولر آئن یا مالیکیول الگ الگ کریں۔

Na^+, $Br^{\bullet}$, N_2^+, N_2, Cl_2, CO_3^{2-}, H^-, O_2, O^{2-}

1.4 گرام اٹامک ماس، گرام مالیکیولر ماس اور گرام فارمولا ماس
(GRAM ATOMIC MASS, GRAM MOLECULAR MASS AND GRAM FORMULA MASS)

ہم جانتے ہیں کہ تمام اشیا ایٹمز، مالیکیولز یا فارمولا یونٹس سے بنتی ہیں۔ ان کے ماسز کو بالترتیب اٹامک ماس، مالیکیولر ماس اور فارمولا ماس کہا جاتا ہے اور یہ amu سے ظاہر کیے جاتے ہیں۔ لیکن ان ماسز کو دوسرے یونٹس سے بھی ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ چنانچہ جب ان ماسز کو گرامز میں ظاہر کیا جائے تو انہیں مندرجہ ذیل نام دیے جاتے ہیں:

i) گرام اٹامک ماس (gram atomic mass)

ii) گرام مالیکیولر ماس (gram molecular mass)

iii) گرام فارمولا ماس (gram formula mass)

1.4.1 گرام اٹامک ماس (Gram atomic mass)

جب کسی ایلیمنٹ کا اٹامک ماس گرامز میں ظاہر کیا جائے تو یہ گرام اٹامک ماس یا گرام ایٹم (gram atom) کہلاتا ہے۔ اس کو ایک مول (mole) بھی کہا جاتا ہے۔ اس کو مزید اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے:

1.008 g = ہائیڈروجن کا ایک گرام ایٹم = ہائیڈروجن کا ایک مول

12.0 g = کاربن کا ایک گرام ایٹم = کاربن کا ایک مول

اس طرح واضح ہوا کہ مختلف ایلیمنٹس کے ایک گرام ایٹم کا ماس مختلف ہوتا ہے۔

1.4.2 گرام مالیکیولر ماس (Gram molecular mass)

جب کسی ایلیمنٹ یا کمپاؤنڈ کے مالیکیولر ماس کو گرامز میں ظاہر کیا جائے تو اسے گرام مالیکیولر ماس یا گرام مالیکیول (gram molecule) کہا جاتا ہے۔ اسی کو مول بھی کہا جاتا ہے۔

2.0 g = ہائیڈروجن کا ایک گرام مالیکیول = ہائیڈروجن کا ایک مول

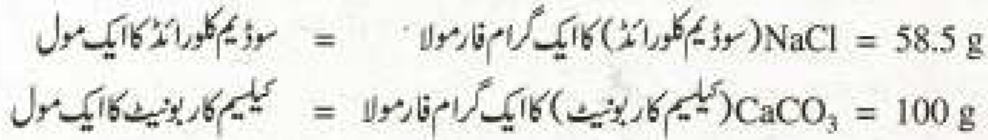
18.0 g = پانی کا ایک گرام مالیکیول = پانی کا ایک مول

98.0 g = سلفیورک ایسڈ کا ایک گرام مالیکیول = سلفیورک ایسڈ (H_2SO_4) کا ایک مول

1.4.3 گرام فارمولا ماس (Gram formula mass)

جب کسی آئیونک کمپاؤنڈ کے فارمولا ماس کو گرامز میں ظاہر کیا جائے تو اسے گرام فارمولا ماس یا گرام فارمولا (gram formula) کہا جاتا ہے۔ اسے ایک مول بھی کہا جاتا ہے۔

$NaCl = 58.5\ g$ (سوڈیم کلورائڈ) کا ایک گرام فارمولا = سوڈیم کلورائڈ کا ایک مول

$CaCO_3 = 100\ g$ (کیلیم کاربونیٹ) کا ایک گرام فارمولا = کیلیم کاربونیٹ کا ایک مول

1.5 ایووگیڈروز نمبر اور مول AVOGADRO'S NUMBER AND MOLE

1.5.1 ایووگیڈروز نمبر (Avogadro's Number)

امیڈیو ایووگیڈرو (1776-1856) [illegible] جس نے [illegible] ایووگیڈرو کا قانون کے طور پر جانا جاتا ہے۔ اس کو اس کی تحسین پیش کرنے کے لیے [illegible] ایک مول میں موجود [illegible] ایٹمز، مالیکیولز، آئنز کی تعداد 6.02×10^{23} کو ایووگیڈرو نمبر کا نام دیا گیا ہے۔

کیمسٹری میں ہمارا واسطہ جن اشیا سے پڑتا ہے وہ پارٹیکلز یعنی ایٹمز، مالیکیولز یا فارمولا یونٹس پر مشتمل ہوتی ہیں۔ لیبارٹری میں کیمیادانوں کے لیے ان پارٹیکلز کی گنتی ممکن نہیں ہوتی۔ ایووگیڈرو کے نمبر کے نظریے نے کسی شے کی دی گئی مقدار میں پارٹیکلز کی تعداد کے شمار کو آسان بنادیا۔ ایووگیڈروز نمبر سے مراد 6.02×10^{23} پارٹیکلز کا مجموعہ ہے۔ اسے سمبل "N_A" سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ چنانچہ ایووگیڈروز نمبر سے مراد پارٹیکلز یعنی ایٹمز، مالیکیولز یا فارمولا یونٹس کی عددی تعداد 6.02×10^{23} ہے جو کسی شے کے ایک مول میں موجود ہوتے ہیں۔ سادہ الفاظ میں 6.02×10^{23} پارٹیکلز کا مجموعہ ایک مول کے برابر ہوتا ہے۔ بالکل اسی طرح جس طرح 12 انڈے ایک درجن کے برابر ہوتے ہیں۔ ایووگیڈروز نمبر اور مول کے درمیان تعلق کو سمجھنے کے لیے ذیل کی چند مثالوں پر غور کیجیے۔

i) کاربن کے 6.02×10^{23} ایٹمز کا مجموعہ = کاربن کا ایک مول

ii) پانی کے 6.02×10^{23} مالیکیولز کا مجموعہ = پانی کا ایک مول

iii) سوڈیم کلورائڈ کے 6.02×10^{23} فارمولا یونٹس کا مجموعہ = سوڈیم کلورائڈ کا ایک مول

اس کا مطلب یہ ہوا کہ ایلیمنٹس کے 6.02×10^{23} ایٹمز یا مالیکیولز، ایلیمنٹ یا کمپاؤنڈ کے 6.02×10^{23} مالیکیولز یا آئیونک کمپاؤنڈ کے 6.02×10^{23} فارمولا یونٹس ایک مول کے برابر ہوتے ہیں۔

مالیکیولر کمپاؤنڈز میں ایٹمز کی تعداد یا آئیونک کمپاؤنڈز میں آئنز کی تعداد کے بارے میں مزید وضاحت کے لیے ذیل کی دو مثالوں پر غور کیجیے۔

i) پانی کے ایک مالیکیول میں دو ایٹمز ہائیڈروجن کے اور ایک ایٹم آکسیجن کا ہوتا ہے۔ چنانچہ ہائیڈروجن کے $2\times6.02\times10^{23}$ ایٹمز اور آکسیجن کے 6.02×10^{23} ایٹمز سے پانی کا ایک مول بنتا ہے۔

ii) سوڈیم کلورائڈ کے ایک فارمولا یونٹ میں ایک آئن سوڈیم اور ایک آئن کلورین کا ہوتا ہے۔ چنانچہ سوڈیم کلورائڈ کے ایک مول میں سوڈیم کے آئنز (Na^+) کی تعداد 6.02×10^{23} ہے اور اسی طرح کلورائڈ آئنز (Cl^-) کی تعداد بھی 6.02×10^{23} ہے۔ یوں سوڈیم کلورائڈ کے ایک مول میں آئنز کی کل تعداد $(6.02\times10^{23}) + (6.02\times10^{23}) = 1.204\times10^{24}$ ہے۔

1.5.2 مول (کیمسٹ کا خفیہ یونٹ) Mole (Secret Unit of Chemist)

اوپر بیان کیے گئے طریقہ سے واضح کیا گیا ہے کہ کس طرح ایٹم، مالیکیول یا فارمولا یونٹ کے ماسز کا انکی عددی تعداد سے تعلق بنتا ہے۔ ہم ایک مول کی تعریف یوں بھی کرسکتے ہیں کہ یہ کسی شے کی وہ مقدار ہے جس میں اس شے کے 6.02×10^{23} پارٹیکلز (ایٹمز، مالیکیولز یا فارمولا یونٹس) ہوتے ہیں۔ یوں مول دراصل کسی شے کے ماس اور پارٹیکلز کی تعداد کے درمیان تعلق کو واضح کرتا ہے۔ اس نظریہ کی مزید وضاحت آگے بیان کیے گئے موضوع مولر کیلکولیشن (molar calculations) کے دوران ہوجائے گی۔ انگریزی میں مول کو مختصراً mol لکھا جاتا ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ اشیا ایلیمنٹ یا کمپاؤنڈ ہوتی ہے۔ یوں کسی شے کے ماس سے مراد اٹامک ماس، مالیکیولر ماس یا فارمولا ماس ہے۔ ان تمام اقسام کے ماسز کو اٹامک ماس یونٹس (amu) میں ظاہر کیا جاتا ہے، لیکن جب ان ماسز کو گرامز میں ظاہر کیا جائے تو انہیں مولر ماس (molar mass) کہا جاتا ہے۔

سائنسدان اس امر پر متفق ہیں کہ کسی شے کے ایک مولر ماس میں موجود پارٹیکلز کی تعداد ایووگیڈروز نمبر کے برابر ہوتی ہے۔ اس لحاظ سے مول کی مقداری تعریف یہ ہوگی کہ جب کسی شے کے اٹامک ماس، مالیکیولر ماس یا فارمولا ماس کو گرامز میں ظاہر کیا جائے تو یہ اس شے کا ایک مول ہوگا۔

مثال کے طور پر:

کاربن کے اٹامک ماس 12 amu کو گرامز میں ظاہر کریں یعنی کاربن کے 12 گرام = کاربن کا ایک مول۔

پانی کے مالیکیولر ماس 18 amu کو گرامز میں ظاہر کریں یعنی پانی کے 18 گرام = پانی کا ایک مول۔

سلفیورک ایسڈ (H_2SO_4) کے مالیکیولر ماس 98 amu کو گرامز میں ظاہر کریں یعنی H_2SO_4 کے 98 گرام = H_2SO_4 کا ایک مول۔

سوڈیم کلورائڈ (NaCl) کے فارمولا ماس 58.5amu کو گرامز میں ظاہر کریں یعنی NaCl کے 58.5 گرام = NaCl کا ایک مول۔

چنانچہ مول اور ماس کے درمیان تعلق کو ذیل کی مساوات سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔

$$\text{مولز کی تعداد} = \frac{\text{شے کا دیا گیا ماس}}{\text{اس شے کا مولر ماس}}$$

یا مولر ماس × مولز کی تعداد = شے کا ماس (گرامز میں)

کسی شے اور اس کے مول کے درمیان مولر ماس اور پارٹیکلز کی تعداد کے حوالے سے تفصیلی تعلق مندرجہ ذیل خاکہ سے واضح کیا گیا ہے:

شے اور مول کے درمیان تعلق ظاہر کرنے کا خاکہ

شے

ایلیمنٹ

کمپاؤنڈ

مالیکیولر ماس (amu)

(گرام میں ظاہر کرنے پر)

گرام مالیکیولر ماس

(مشتمل ہے)

6.02×10^{23} مالیکیولز

(برابر ہے)

مول

اٹامک ماس (amu)

(گرام میں ظاہر کرنے پر)

گرام اٹامک ماس

(مشتمل ہے)

6.02×10^{23} ایٹمز

(برابر ہے)

مول

فارمولا ماس (amu)

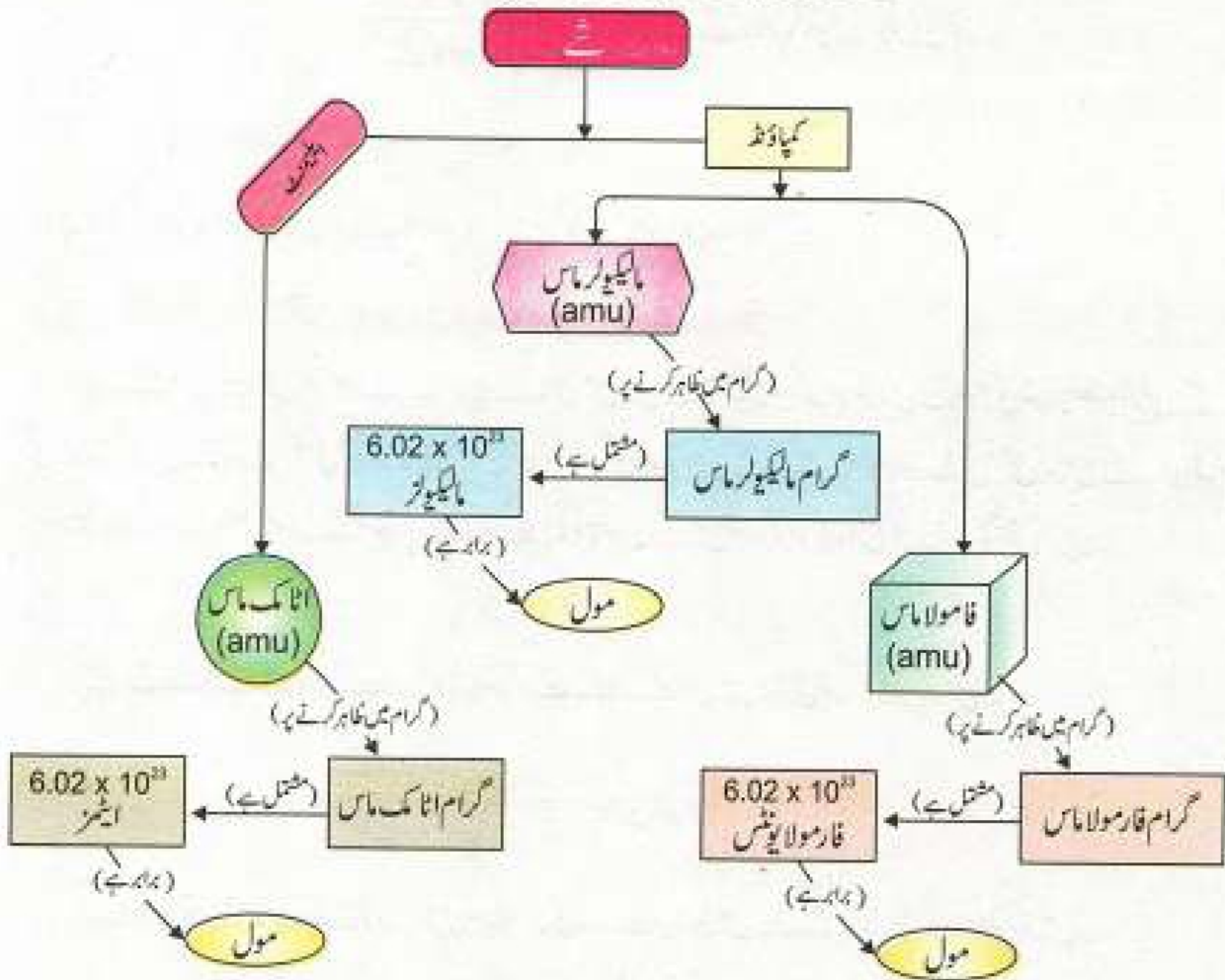
(گرام میں ظاہر کرنے پر)

گرام فارمولا ماس

(مشتمل ہے)

6.02×10^{23} فارمولا یونٹس

(برابر ہے)

مول

(i) کسی شے کے 1 مول مالیکیولز کو ظاہر کرنے کے لیے کون سا لفظ استعمال ہوتا ہے؟
(ii) کسی شے کے ایک گرام اٹامک ماس میں کتنے ایٹمز ہوتے ہیں؟
(iii) کسی شے کے ماس اور مول کے درمیان تعلق کو واضح کریں۔
(iv) آکسیجن ایٹمز کے 3 مولز کا ماس معلوم کریں۔
(v) پانی کے نصف مول میں پانی کے کتنے مالیکیولز ہوں گے؟

خود تشخیصی سرگرمی 1.6

مثال 1.4

40 گرام فاسفورک ایسڈ (H_3PO_4) میں اس کے گرام مالیکیولز یا مولز کی تعداد کیا ہوگی؟

حل

H_3PO_4 کا دیا گیا ماس = 40 گرام

H_3PO_4 کا مالیکیولر ماس = $98\ gmol^{-1}$

ان معلومات کو ذیل کی مساوات میں درج کریں۔

کسی شے کے گرام مالیکیولز (مولز) کی تعداد = $\frac{\text{شے کا دیا گیا ماس}}{\text{شے کا مولر ماس}}$

$$= \frac{40}{98} = 0.408$$

چنانچہ 40 گرام H_3PO_4 میں اس کے 0.408 گرام مالیکیولز یا مولز موجود ہوں گے۔

1.6 کیمیکل کیلکولیشنز (CHEMICAL CALCULATIONS)

باب کے اس حصے میں ہم کسی شے کے دیے گئے ماس میں اس کے پارٹیکلز کی تعداد اور اس کے مولز کی تعداد معلوم کریں گے۔ اسی طرح اگر کسی شے کے مولز کی تعداد یا پارٹیکلز کی تعداد دی گئی ہو تو اس شے کا ماس معلوم کرنے کی مشق کریں گے۔ ان تمام کیلکولیشنز کا انحصار دراصل مول کے تصور پر ہے۔ آیئے چند مثالوں سے اس تصور کو مزید واضح کرنے کی کوشش کریں۔

شے کے دیے گئے ماس سے اس میں مولز اور پارٹیکلز کی تعداد معلوم کرنا

پہلے شے کے دیے گئے ماس سے درج ذیل مساوات کے ذریعے اس میں مولز کی تعداد معلوم کریں۔

مولز کی تعداد = $\frac{\text{شے کا دیا گیا ماس}}{\text{شے کا مولر ماس}}$

جب مولز کی تعداد معلوم ہو جائے تو درج ذیل مساوات کی مدد سے ان مولز میں شے کے پارٹیکلز کی تعداد معلوم کر لیں۔

پارٹیکلز کی تعداد = $6.02 \times 10^{23} \times$ مولز کی تعداد

1.6.1 مول۔ ماس کیلکولیشنز (Mole-Mass Calculations)

ان کیلکولیشنز میں ہم 1.5.2 میں دی گئی مساوات کے ذریعے کسی شے کے دیے گئے ماس میں مولز کی تعداد معلوم کرتے ہیں۔

مولز کی تعداد = $\frac{\text{شے کا دیا گیا ماس}}{\text{شے کا مولر ماس}}$

جب ہم شے کے مولز کی دی گئی تعداد سے اس کا ماس معلوم کرنا چاہیں تو درج بالا مساوات کو دوبارہ ترتیب دے کر ایک اور مساوات حاصل کریں گے جو یہ ہوگی۔

شے کا ماس (گرامز میں) = مولر ماس × مولز کی تعداد

مثال 1.5 آپ کے پاس کوئلے (کاربن) کا ایک ٹکڑا ہے جس کا وزن 9.0 گرام ہے۔ اس کوئلے کے ٹکڑے میں موجود کاربن کے مولز کی تعداد معلوم کریں۔

حل

کوئلے کے ماس کو اس کے مولز میں تبدیل کرنے کے لیے ذیل کی مساوات استعمال کی جاتی ہے۔

$$\text{مولز کی تعداد} = \frac{\text{شے کا دیا گیا ماس}}{\text{شے کا مولر ماس}}$$

$$= \frac{9.0}{12} = 0.75$$

چنانچہ 9.0 گرام کوئلے کے ٹکڑے میں کاربن کے 0.75 مولز ہیں۔

1.6.2 مول۔ پارٹیکل کیلکولیشنز (Mole-Particle Calculations)

ان کیلکولیشنز میں ہم کسی شے کے دیے گئے پارٹیکلز کی تعداد سے اس کے مولز کی تعداد معلوم کر سکتے ہیں اسی طرح سے مولز کی تعداد سے اس میں موجود پارٹیکلز کی تعداد بتا سکتے ہیں۔ یہاں پارٹیکلز سے مراد ایٹمز، مالیکیولز یا فارمولا یونٹس ہیں۔ اس مقصد کے لیے درج ذیل مساوات استعمال ہوگی۔

$$\text{کسی شے کی معین تعداد میں مولز کی تعداد} = \frac{\text{پارٹیکلز کی دی گئی تعداد}}{6.02 \times 10^{23}}$$

اسی مساوات کو دوبارہ ترتیب دیں تو یہ مساوات حاصل ہوگی۔

$$\text{پارٹیکلز کی تعداد} = 6.02 \times 10^{23} \times \text{مولز کی دی گئی تعداد}$$

مولر کیلکولیشنز کا خلاصہ

یاد رکھیے

1- کسی شے کے دیے گئے ماس سے براہ راست پارٹیکلز کی تعداد یا پارٹیکلز کی تعداد سے براہ راست ماس معلوم کرنے کی کوشش نہ کریں۔ ہمیشہ ایسی کیلکولیشنز مولز کے ذریعے کریں۔

2- مالیکیولر کمپاؤنڈز میں ایٹمز کی تعداد یا آئیونک کمپاؤنڈز میں آئنز کی تعداد معلوم کرنے کے لیے پہلے ان میں مالیکیولز یا فارمولا یونٹس کی تعداد معلوم کریں اور پھر ایٹمز یا آئنز کی تعداد معلوم کریں۔

مثال 1.6

6 گرام پانی میں مولز، مالیکیولز اور ایٹمز کی تعداد معلوم کریں۔

حل

پانی کا دیا گیا ماس = 6 گرام

پانی کا مولر ماس = 18 گرام

$$\text{پانی کے مولز کی تعداد} = \frac{\text{پانی کا ماس}}{\text{پانی کا مولر ماس}} = \frac{6}{18} = 0.33 \text{ مول}$$

$$\text{پانی کے مالیکیولز کی تعداد} = 6.02\times10^{23} \times \text{پانی کے مولز کی تعداد}$$

$$= 6.02\times10^{23}\times0.33$$

$$= 1.98\times10^{23} \text{ مالیکیولز}$$

چنانچہ 6 گرام پانی میں پانی کے مالیکیولز کی تعداد 1.98×10^{23} ہوگی۔

ہمیں یہ تو معلوم ہے کہ پانی کے ایک مالیکیول میں تین ایٹمز ہوتے ہیں۔ اس طرح ان تمام مالیکیولز میں ایٹمز کی تعداد یہ ہوگی۔

$$\text{ایٹمز کی تعداد} = 3\times1.98\times10^{23}$$

$$= 5.94\times10^{23}$$

6 گرام پانی میں موجود کل ایٹموں کی تعداد 5.94×10^{23} ہے۔

مثال 1.7

ایک برتن میں کاربن ڈائی آکسائڈ (CO_2) کے مالیکیولز کی تعداد 3.01×10^{23} ہے۔

اس کے مولز کی تعداد اور ان کا ماس معلوم کریں۔

حل

ہم اس تعداد کے مالیکیولز سے CO_2 کے مولز کی تعداد معلوم کرنے کے لیے درج ذیل مساوات استعمال کریں گے۔

$$\text{مولز کی تعداد} = \frac{\text{مالیکیولز کی تعداد}}{\text{ایووگیڈروز نمبر}}$$

$$= \frac{3.01\times10^{23}}{6.02\times10^{23}} \quad = \quad 0.5$$ مولز

اب ہم اس کاربن ڈائی آکسائڈ کا ماس معلوم کرنے کے لیے یہ مساوات استعمال کریں گے۔

شے کا ماس = شے کا مولر ماس × شے کے مولز کی تعداد

CO_2 کا ماس $= 44 \times 0.5 = 22$ گرامز

اس طرح CO_2 کے دیے گئے مالیکولز کی تعداد کا ماس 22 گرامز ہے۔

i- سوڈیم کے 3 مول میں سوڈیم کے کتنے ایٹمز ہوں گے اور ان کا ماس کیا ہوگا؟

ii- ایک اٹامک ماس یونٹ میں ہائڈروجن کے کتنے ایٹمز ہوں گے؟

iii- 16 گرام آکسیجن (O) اور 8 گرام سلفر (S) میں کتنے کتنے ایٹمز ہوں گے؟

iv- کیا 1 مول آکسیجن (O) اور 1 مول سلفر (S) کا ماس برابر ہوگا؟

v- کاربن (C) کے ایک ایٹم اور ایک گرام ایٹم کا کیا مطلب ہے؟

vi- اگر 16 گرام آکسیجن میں آکسیجن کے ایک مول ایٹمز ہوں تو آکسیجن کے ایک ایٹم کا ماس گرامز میں معلوم کریں۔

vii- آکسیجن ایٹم کا ایک مول ہائڈروجن ایٹم کے ایک مول سے کتنے گنا زیادہ وزنی ہوگا؟

viii- 10 گرام نائٹروجن گیس میں موجود مالیکیولز کی تعداد، 10 گرام کاربن مونو آکسائیڈ میں موجود مالیکیولز کی تعداد کے برابر کیوں ہوتی ہے؟

خود تشخیصی سرگرمی 1.7

طبعی دنیا کی مالیکیولیریٹی

انسان نے اپنے حواس کی مدد سے طبعی دنیا کی نوعیت معلوم کرنے کی بہت سعی کی ہے۔ بیسویں صدی میں سب سے بڑا سبق جو ہمیں ملا ہے وہ یہ ہے کہ کیمسٹری کا علم تمام علوم میں مرکزی حیثیت اختیار کر گیا ہے۔ اس سے ہمیں معلوم ہوا ہے کہ کسی بھی جاندار یا بے جان شے میں جو بھی کیمیکل ری ایکشن ہوتا ہے وہ "مالیکیولز" کی بنیاد پر ہوتا ہے۔ کیمیکل ری ایکشن خواہ چھوٹے سے چھوٹے جاندار میں ہو یا انسان کی طرح کے کسی اعلیٰ جاندار میں ہو' ہمیشہ مالیکیول کی تشکیل کے عمل کے ذریعے ہوتا ہے۔ اس سے طبعی دنیا کی "مالیکیولیریٹی" کی بنیاد کا پتہ چلتا ہے۔

مادے کی ذراتی (Corpuscular) نوعیت:

1924ء میں ڈی براگلی (de Broglie) نے مادے کی دوہری نوعیت (dual nature) کا نظریہ پیش کیا۔ جس کے مطابق مادہ پارٹیکلز نیچر (particle nature) اور ویو نیچر (wave nature) دونوں خصوصیات کا حامل ہے۔ اس نے ان دونوں تصورات کے پس منظر کو بھی واضح کیا۔ اس نے دلائل سے یہ ثابت کرنے کی کوشش کی کہ یہ دونوں نظام ایک دوسرے سے الگ نہیں رہ سکتے۔ اس نے ریاضیاتی فارمولوں کی مدد سے یہ ثابت کیا کہ ہر متحرک جسم اپنی ویوز

سے منسلک ہے اور ہر ویو ذراتی نوعیت کی حامل بھی ہوتی ہے۔ اس سے مادے اور ویوز سے ذراتی نوعیت کو سمجھنے کی بنیاد بھی حاصل ہوئی۔

کچھ سائنسدانوں کے کام سے سائنس کو ترقی ملی اور کچھ سے رکاوٹ ہوئی۔

انسانی تاریخ میں لوگوں نے طبیعی، حیاتیاتی، نفسیاتی اور معاشرتی دنیاؤں کے بارے میں بہت سے باہم مربوط اور معقول نظریات پیش کیے۔ ان نظریات نے آنے والی نسلوں کو اس قابل کر دیا کہ وہ مختلف جغرافیائی خطوں کے لوگوں اور ان کے ماحول کے بارے میں ایک جامع اور قابل اعتماد فہم حاصل کر سکیں۔ ان نظریات کی تشکیل کے لیے جو طریقہ اختیار کیا گیا، وہ مشاہدے، تفکر، تجربے اور معقولیت پر مبنی ایک قطعی طریق کار تھا۔ سائنسی تحقیق کا یہ طریق کار سائنسی علوم کی ترویج کے ایک بنیادی پہلو کو ظاہر کرتا ہے اور اس امر کی عکاسی کرتا ہے کہ سائنس کس طرح دیگر علوم سے مختلف ہے۔ سائنس، ریاضی اور ٹیکنالوجی کے باہم ملنے سے ہی سائنسی انقلاب ممکن ہو سکا اور اس متحدہ جدوجہد کے نتیجے میں ہی اسے عظیم کامیابی حاصل ہوئی۔ اگرچہ ان انسانی مہمات میں سے ہر ایک کا اپنا کردار اور اپنی تاریخ ہے، اس کے باوجود ان میں ہر ایک دوسرے پر انحصار کرتی ہیں اور ایک دوسرے کو تقویت دیتی ہیں۔

مول۔ ایک ناقابل یقین مقدار

* ایک کمپیوٹر جو ایک سیکنڈ میں 10 ملین تک گنتی کر سکے، وہ ایٹمز کے ایک مول کی گنتی کرنے میں 2 بلین سال لگا دے گا۔
* اگر ایک مول کانچ کی گولیاں زمین کی سطح پر پھیلائی جائیں تو یہ پوری زمین کے گرد تین میل موٹی تہ بنا دیں گی۔
* پانی کے ایک گلاس میں تقریباً 10 مول پانی ہوتا ہے۔ اس میں پانی کے مالیکیولز کی تعداد صحرائے صحارا میں موجود ریت کے پارٹیکلز سے زیادہ ہوگی۔

اہم نکات

- کیمسٹری مادے کی ترکیب اور خصوصیات کے مطالعے کا نام ہے۔ اس کی مختلف شاخیں ہیں۔
- شے کی دو قسمیں ہیں۔ ایلیمنٹس اور کمپاؤنڈز۔
- ایلیمنٹس شے کی وہ قسم ہے جس میں تمام ایٹمز ایک جیسے ہوتے ہیں۔
- کمپاؤنڈز ایسی اشیا ہیں جو مختلف ایلیمنٹس کے ایٹمز کے ایک مقررہ نسبت میں باہم ملنے سے بنتے ہیں۔
- ایلیمنٹس یا کمپاؤنڈز کے کسی غیر متعین نسبت میں باہم ملنے سے مکسچر بنتے ہیں۔ ان کی اقسام ہوموجینیس مکسچرز اور ہیٹروجینیس مکسچرز ہیں۔
- ایک ایلیمنٹ کے ہر ایٹم کا ایک مخصوص اٹامک نمبر (Z) اور مخصوص ماس نمبر یا اٹامک ماس (A) ہوتا ہے۔
- ایک ایٹم کا اٹامک ماس C-12 کے سٹینڈرڈ ماس کی نسبت سے ناپا جاتا ہے۔
- ایک ایلیمنٹ کا ریلیٹو اٹامک ماس اس ایلیمنٹ کا وہ ماس ہے جو کاربن-12 آئسوٹوپ کے ایک ایٹم کے ماس کے $\frac{1}{12}$ حصے کے موازنے سے بنتا ہے۔
- اٹامک ماس یونٹ (amu) کاربن-12 کے ایک ایٹم کے ماس کے $\frac{1}{12}$ کے برابر ہوتا ہے اور ایک amu برابر ہوتا ہے 1.66×10^{-24} گرامز کے۔

- امپیریکل فارمولا کیمیکل فارمولا کی سادہ ترین شکل ہے جو صرف یہ بتاتا ہے کہ کمپاؤنڈ میں موجود ہر ایلیمنٹ کے ایٹمز کا سادہ ترین باہمی تناسب کیا ہے۔
- مالیکیولر فارمولا ایک مالیکیول میں موجود ہر ایلیمنٹ کے ایٹمز کی حقیقی تعداد بتاتا ہے۔
- فارمولا ماس کسی شے کے ایک فارمولا یونٹ میں موجود تمام ایٹمز کے اٹامک نمبرز کے مجموعے سے حاصل ہوتا ہے۔
- ایک ایٹم یا ایٹمز کا ایسا مجموعہ جن پر کوئی چارج ہو' آئن کہلاتا ہے۔ اگر اس پر پوزیٹو چارج ہو تو اسے کیٹائن کہا جاتا ہے۔ اور اگر اس پر نیگیٹو چارج ہو تو یہ اینائن کہلاتا ہے۔
- مالیکیول کی مختلف اقسام ہیں۔ مثلاً مونواٹامک' ڈائی اٹامک' ٹرائی اٹامک' پولی اٹامک' ہوموا ٹامک اور ہیٹرواٹامک وغیرہ۔
- کسی شے کے ایک مول میں موجود پارٹیکلز کی تعداد ایوو گیڈروز نمبر کہلاتی ہے۔ یہ تعداد 6.02×10^{23} ہے۔ اسے سمبل N_A سے ظاہر کیا جاتا ہے۔
- کسی شے کی وہ مقدار جس میں پارٹیکلز کی تعداد 6.02×10^{23} ہو' ایک مول کہلاتی ہے۔ مول کی مقداری تعریف یہ ہے کہ اٹامک ماس' مالیکیولر ماس یا فارمولا ماس کو گرامز میں ظاہر کیا جائے تو یہ مقدار ایک مول ہوتی ہے۔

مشق

کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر ✓ کا نشان لگائیں۔

1- انڈسٹریل کیمسٹری کا تعلق کمپاؤنڈز کی ایسی تیاری سے ہے جو:

(a) لیبارٹری میں ہو (b) مائیکروسکیل پر ہو
(c) تجارتی پیمانے پر ہو (d) معاشیاتی پیمانے پر ہو

2- درج ذیل میں سے کس کے اجزا کو طبیعی طریقوں سے الگ الگ کیا جاسکتا ہے؟

(a) مکسچرز (b) ایلیمنٹس (c) کمپاؤنڈز (d) ریڈیکلز

3- سمندر میں پائے جانے والے ایلیمنٹس میں سب سے زیادہ کونسا ایلیمنٹ ہے؟

(a) آکسیجن (b) ہائیڈروجن (c) نائٹروجن (d) سیلیکان

4- درج ذیل میں سے کون سا ایلیمنٹ قشر ارض میں سب سے زیادہ پایا جاتا ہے۔

(a) آکسیجن (b) ایلومینیم (c) سیلیکان (d) آرگون

5- زمین کی فضا میں کثرت کے لحاظ سے تیسرے نمبر پر کون سی گیس پائی جاتی ہے؟

(a) کاربن مونو آکسائڈ (b) آکسیجن (c) نائٹروجن (d) آرگون

6- ایک amu (اٹامک ماس یونٹ) کس کے برابر ہے؟

(a) 1.66×10^{-24} ملی گرام (b) 1.66×10^{-24} گرام

(c) 1.66×10^{-24} کلوگرام (d) 1.66×10^{-23} گرام

7- درج ذیل میں کونسا ٹرائی اٹامک مالیکیول نہیں ہے۔

(a) H_2 (b) O_3 (c) H_2O (d) CO_2

8- پانی کے ایک مالیکیول کا ماس کتنا ہے؟

(a) 18 amu (b) 18 گرام (c) 18 ملی گرام (d) 18 کلوگرام

9- H_2SO_4 کا مولر ماس ہے:

(a) 98 گرام (b) 98 amu (c) 9.8 گرام (d) 9.8 amu

10- درج ذیل میں سے O_2 کا مولر ماس amu میں کون سا ہے؟

(a) 32 amu (b) 53.12×10^{-24}amu

(c) 1.92×10^{-25}amu (d) 192×10^{-25}amu

11- CO_2 کے 8 گرام اس کے کتنے مولز کے برابر ہیں؟

(a) 0.15 (b) 0.18 (c) 0.21 (d) 0.24

12- درج ذیل میں سے کس جوڑے کے ارکان میں آئنز کی تعداد برابر ہے؟

(a) 1mol $MgCl_2$ اور 1mol NaCl. (b) $\frac{1}{2}$ mol $MgCl_2$ اور $\frac{1}{2}$ mol NaCl.

(c) $\frac{1}{3}$ mol $MgCl_2$ اور $\frac{1}{2}$ mol NaCl. (d) $\frac{1}{2}$ mol $MgCl_2$ اور $\frac{1}{3}$ mol NaCl.

13- درج ذیل میں سے کس جوڑے کے ارکان کا ماس برابر ہے؟

(a) 1mol CO اور 1mol N_2. (b) 1mol CO اور 1mol CO_2.

(c) 1mol O_2 اور 1mol N_2. (d) 1mol CO_2 اور 1mol O_2.

مختصر سوالات

1- انڈسٹریل کیمسٹری اور اینالیٹیکل کیمسٹری کی تعریف کریں۔

2- آرگینک کیمسٹری اور ان آرگینک کیمسٹری میں فرق کو آپ کیسے بیان کریں گے؟

3- بائیوکیمسٹری کا سکوپ بتائیں۔

4- ہوموجینئس مکسچر اور ہیٹروجینئس مکسچر کیسے ایک دوسرے سے مختلف ہیں؟

5- ریلیٹو اٹامک ماس سے کیا مراد ہے؟ گرام سے اس کا تعلق کیسے جوڑا جاتا ہے؟

6- امپیریکل فارمولا کی تعریف مثال کے ساتھ کریں۔

7- آپ یہ کیوں کہتے ہیں کہ ہوا مکسچر ہے اور پانی کمپاؤنڈ؟ کم از کم تین وجوہات بیان کریں۔

8- ہائڈروجن اور آکسیجن کو ایلیمنٹس اور پانی کو کمپاؤنڈ کیوں کہا جاتا ہے؟ وضاحت کریں۔

9- ایلیمنٹ کو سمبل سے لکھنے کا کیا فائدہ ہے؟

10- سوفٹ ڈرنک (soft drink) مکسچر ہے جبکہ پانی کمپاؤنڈ ہے، وجہ بیان کریں۔

11- درج ذیل میں سے ہر ایک کے بارے میں بتائیں کہ یہ ایلیمنٹ، مکسچر یا کمپاؤنڈ ہے؟

(i He اور H_2 (ii) CO اور Co (iii) پانی اور دودھ (iv) گولڈ اور براس (v) آئرن اور سٹیل

12- اٹامک ماس یونٹ کی تعریف کریں۔ اس کی ضرورت کیوں پیش آئی؟

13- درج ذیل میں ہر گروپ کے اجزا کو باہم ملانے سے بننے والی شے کی نوعیت اور نام بتائیں۔

(a) زنک + کاپر (b) پانی + شوگر (c) ایلومینیم + سلفر (d) آئرن + کرومیم + نکل

14- مالیکیولر ماس اور فارمولا ماس میں فرق واضح کریں۔ درج ذیل میں سے کون کون سے مالیکیولر فارمولا ہیں؟

H_2O, NaCl, KI, H_2SO_4

15- 10 گرام ایلومینیم (Al) میں زیادہ ایٹمز ہوں گے یا 10 گرام آئرن (Fe) میں؟

16- 9 گرام پانی میں زیادہ مالیکیولز ہوں گے یا 9 گرام شوگر ($C_{12}H_{22}O_{11}$) میں؟

17- 1 گرام NaCl میں زیادہ فارمولا یونٹس ہوں گے یا 1 گرام KCl میں؟

18- ہومواٹامک اور ہیٹرواٹامک مالیکیولز میں مثالوں سے فرق واضح کریں۔

19- 2 مول HCl میں ہائڈروجن کے ایٹم زیادہ ہوں گے یا 1 مول NH_3 میں۔

(اشارہ: کسی شے کے 1 مول میں کسی خاص ایلیمنٹ کے ایٹوں کے مولز کی تعداد اتنی ہوگی جتنی اس شے کے ایک مالیکیول میں اس ایلیمنٹ کے ایٹمز کی تعداد ہے)۔

انشائیہ سوالات

1- ایلیمنٹ کی تعریف کریں اور ایلیمنٹس کی اقسام مثالوں سے بیان کریں۔؟

2- پانچ ایسی خصوصیات بیان کریں جن کی بنیاد پر ہم کمپاؤنڈز اور مکسچرز میں تمیز کر سکیں۔

3- درج ذیل کے درمیان مثالوں سے فرق واضح کریں۔؟

(a) ایٹم اور گرام ایٹم (b) مالیکیول اور گرام مالیکیول

(c) کیمیکل فارمولا اور گرام فارمولا (d) مالیکیولر ماس اور مولر ماس

4- مول کسی شے کی مقدار بتانے کے لیے SI یونٹ ہے۔ اس کی تعریف مثالوں سے کریں۔

مشقی سوالات

1- سلفیورک ایسڈ کیمیکلز کا بادشاہ ہے۔ اگر کسی ری ایکشن کے لیے آپ کو 5 مول سلفیورک ایسڈ درکار ہوں تو بتائیں کہ اس کا ماس کتنے گرام ہوگا۔

2- کیلشیم کاربونیٹ پانی میں ناحل پذیر ہے۔ اگر آپ کے پاس 40 گرام کیلشیم کاربونیٹ ہو تو بتائیں کہ اس میں Ca^{2+} اور CO_3^{2-} کے کتنے کتنے آئن موجود ہوں گے؟

3- اگر آپ کے پاس ایلومینیم کے آئنز کی تعداد 6.02×10^{23} ہو تو بتائیں کہ $Al_2(SO_4)_3$ تیار کرنے کے لیے آپ کو کتنے سلفیٹ آئنز درکار ہوں گے۔

4- درج ذیل کمپاؤنڈز کی بتائی گئی مقدار میں ان کمپاؤنڈز کے مالیکیولز کی تعداد معلوم کریں۔

(a) 16 گرام H_2CO_3 (b) 20 گرام HNO_3 (c) 30 گرام $C_6H_{12}O_6$۔

5- درج ذیل آئیونک کمپاؤنڈز کی بتائی گئی مقدار میں ان کے آئنز کی تعداد معلوم کریں۔

(a)10 گرام $AlCl_3$ (b)30 گرام $BaCl_2$ (c)58 گرام H_2SO_4۔

6- سلفیورک ایسڈ کے 2.05×10^{16} مالیکیولز کا ماس کیا ہوگا؟

7- 60 گرام HNO_3 تیار کرنے کے لیے کل کتنے ایٹمز درکار ہوں گے؟

8- 30 گرام NaCl میں Na^+ اور Cl^- کے کتنے آئنز ہوں گے؟

9- 10 گرام HCl بنانے کے لیے HCl کے کتنے مالیکیولز درکار ہوں گے؟

10- 6 گرام کاربن (C) میں جتنے ایٹمز ہیں، اتنے ایٹمز اگر میگنیشیم (Mg) کے ہوں تو ان کا ماس کتنے گرام ہوگا؟

باب 2

ایٹم کی ساخت

(Structure of Atom)

وقت کی تقسیم

تدریسی پیریڈز: 16

تشخیصی پیریڈز: 03

سلیبس میں حصہ: 10%

بنیادی تصورات

2.1 ایٹم کی ساخت سے متعلقہ تھیوری اور تجربات

2.1 الیکٹرونک کنفگریشن

2.3 آئسوٹوپس

طلبہ کے سیکھنے کا ماحصل

طلبہ اس باب کو پڑھنے کے بعد اس قابل ہوں گے کہ:

- اٹامک تھیوری کو متعین کرنے میں رد رفورڈ (Rutherford) کی معاونت کو بیان کر سکیں۔
- بوہر (Bohr) کی اٹامک تھیوری کے فرق کی وضاحت کر سکیں۔
- ایٹم کی ساخت بیان کرتے ہوئے پروٹون، الیکٹرون اور نیوٹرون کے مقام کو بھی واضح کر سکیں۔
- آئسوٹوپس کی تعریف بیان کر سکیں۔
- ایک ایٹم کے آئسوٹوپس کا موازنہ کر سکیں۔
- H، C، Cl اور U کے آئسوٹوپس کی خصوصیات پر بحث کر سکیں۔
- اٹامک نمبر (Atomic number) اور ماس نمبر (Mass number) کی بنیاد پر مختلف آئسوٹوپس کی ساختوں کی شکل بنا سکیں۔
- روزمرہ زندگی کے مختلف شعبوں میں آئسوٹوپس کے استعمال اور اہمیت کو بیان کر سکیں۔
- شیل (Shell) میں موجود سب شیل (Sub shell) کو بیان کر سکیں۔
- شیلز اور سب شیلز کے درمیان فرق واضح کر سکیں۔
- پیریاڈک ٹیبل (Periodic Table) میں موجود ابتدائی 18 عناصر کی الیکٹرونک کنفگریشن (Electronic Configuration) لکھ سکیں۔

تعارف

قدیم یونانی فلاسفر ڈیموکریٹس (Democritus) نے تجویز کیا کہ مادہ چھوٹے چھوٹے ناقابل تقسیم پارٹیکلز جنہیں ایٹمز کہتے